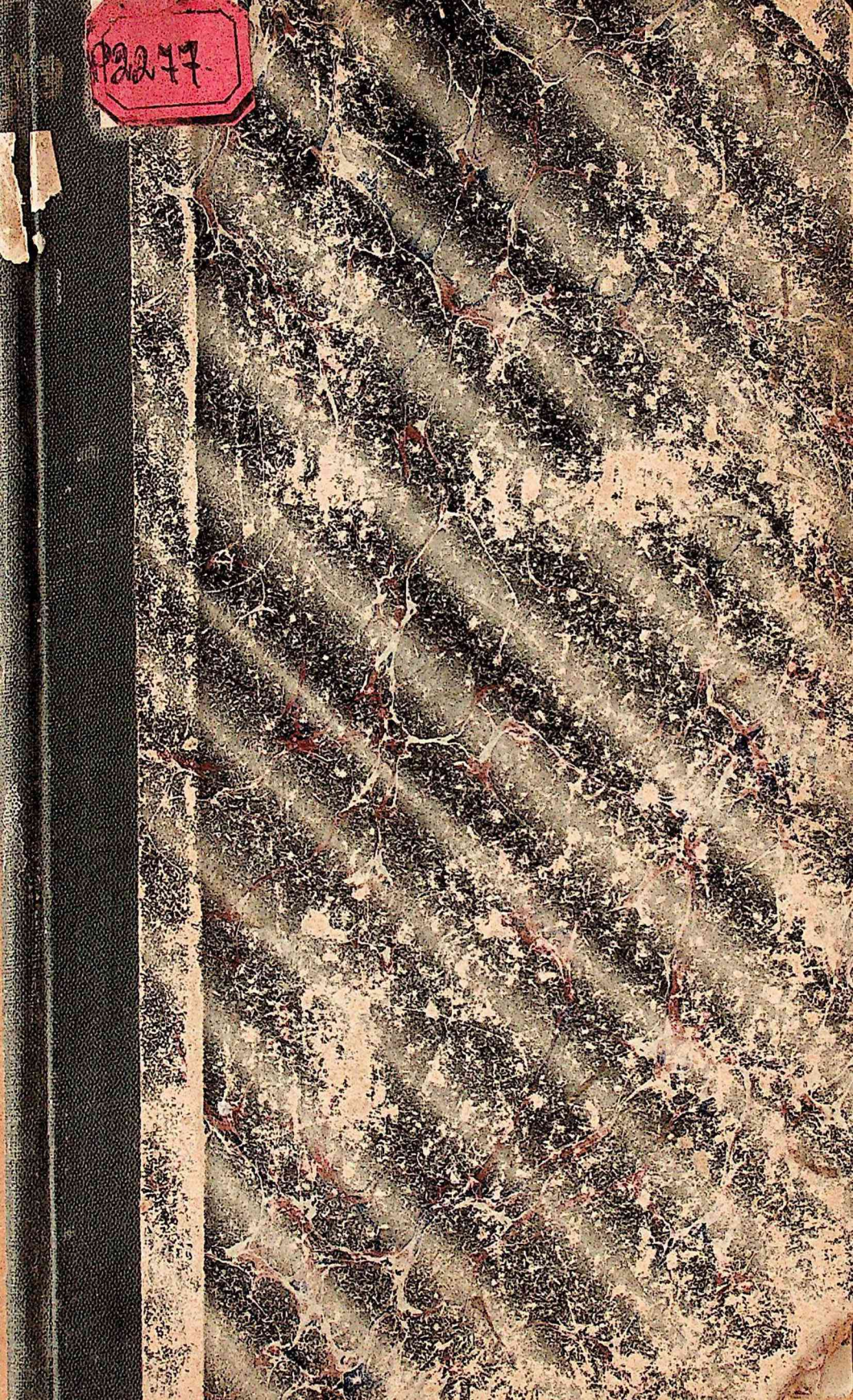


P2277



5. 5. 5. 5.



612
A 82



Д-ръ Е. А. Аркинъ.

Р 2277.1
Физиологія
человѣка.

Руководство для фельдшерскихъ, зубоврачебныхъ
и акушерскихъ школъ.

Со 56 рисунками въ текстѣ.

Цѣна 1 руб. 30 коп.

1915г.

Дніпропетровська обласна універсальна
наукова бібліотека ім.Первоучителя
слов'янських Кирила і Мефодія
КНИГОИЗД-СТВО
СВОБОЖДЕНІЕ.
С. П. Б.

окрашенъ и самый планъ изложенія, отступающій отъ плана, обычно принятаго въ руководствахъ по физиологiи.

Я прекрасно сознаю все несовершенство своего труда и буду глубоко признателенъ за всякое указаніе, направленное къ устраненію его недостатковъ. Но каковъ бы ни былъ пріемъ, который встрѣтитъ предлагаемая книга со стороны учащихся и учащихся, я хотѣлъ бы увѣрить тѣхъ и другихъ, что при составленіи ея любовь къ наукѣ была основнымъ мотивомъ, который одушевлялъ автора, а горячее желаніе зажечь то же чувство въ сердцахъ учащихся — его завѣтнѣйшей мечтой.

Авторъ.

Москва.

ВВЕДЕНИЕ.

I.

Предметъ физиологін. Дѣленіе природы на живую и мертвую. Дѣленіе живой природы на 2 царства: растительное и животное. Растенія и животныя образуютъ одну семью.

Предметомъ нашихъ бесѣдъ будетъ служить изученіе человѣческой жизни. Какъ протекаетъ эта жизнь, изъ чего она складывается, какимъ законамъ она подчиняется,—таковы тѣ вопросы на которые даетъ отвѣтъ физиологія. Физиологія, слѣдовательно, есть наука о жизни, но я долженъ оговориться: мы будемъ изучать не жизнь вообще, не жизнь растений и не жизнь животныхъ, а лишь жизнь нашего рода, жизнь человѣка; говоря иначе, наши бесѣды будутъ посвящены физиологін человека.

Итакъ, Вамъ извѣстенъ теперь предметъ нашего курса. Но мы не приступимъ сейчасъ же къ изложенію его. Я поступилъ бы неправильно, если бы сталъ немедленно объяснять Вамъ свойства и дѣятельность различныхъ частей нашего тѣла, не познакомивъ Васъ предварительно, хотя бы въ общихъ чертахъ, съ тѣмъ міромъ живыхъ существъ и мертвыхъ предметовъ, которые насъ всегда окружаютъ, откуда мы черпаемъ воздухъ и пищу, въ которомъ протекаетъ вся наша жизнь. Подобно тому, какъ для пониманія жизни рыбы необходимо знать, что такое представляетъ собой вода, въ которой она живетъ, такъ и для пониманія жизни человека необходимо имѣть вѣрное представленіе объ окружающемъ его мірѣ, съ которымъ онъ связанъ тысячами нитей.

Этотъ міръ безконечно огроменъ и разнообразенъ, но мы сдѣлаемъ попытку разобратъся въ немъ.

Въ окружающей насъ природѣ мы различаемъ живыя и мертвыя тѣла. Міръ живыхъ тѣлъ мы подраздѣляемъ на 2 царства: растительное и животное. Обычно мы представляемъ себѣ, что эти два царства отдѣлены другъ отъ друга рѣзкой гранью. Но внимательный разборъ покажетъ намъ, что эта грань—искусственная, и что въ дѣйствительности ея не существуетъ. Въ самомъ дѣлѣ,

есть ли черта, которая кореннымъ образомъ отличала бы растеніе отъ животнаго, есть ли такая особенность, которая была бы свойственна только животнымъ и которую мы не могли бы открыть у растений? Нѣтъ, такой черты, такой особенности не существуетъ. Ни размноженіе, ни ростъ, ни дыханіе, ни питаніе не могутъ служить такой отличительной чертой: растенія, какъ и животныя, размножаются, и способы размноженія у растений еще болѣе разнообразны, чѣмъ у животныхъ; растенія, какъ и животныя, способны къ росту, который у нихъ достигаетъ иногда такихъ колоссальныхъ размѣровъ (напримѣръ, дубъ, баобабъ), какихъ мы не встрѣчаемъ у животныхъ; какъ и животныя, растенія дышатъ, вбирая посредствомъ своихъ зеленыхъ листьевъ изъ воздуха особый газъ и выдѣляя другой. Подобно животнымъ, растенія питаются, т. е. обладаютъ способностью изъ веществъ, добытыхъ извнѣ (изъ воздуха и почвы), строить свое тѣло—свой стволъ, листья и т. д. И въ этомъ строительномъ искусствѣ растенія превосходятъ животныхъ. Мы не упомянули еще о способности къ движенію. Но и она не можетъ быть признана исключительнымъ достояніемъ животныхъ, такъ какъ и въ растительномъ мірѣ мы наблюдаемъ разнообразныя движенія (напримѣръ: выющіеся и ползучія растенія; табакъ, клеверъ и др., свертывающіе и развертывающіе свои листья при заходѣ и восходѣ солнца). Съ другой стороны, среди низшихъ животныхъ мы находимъ такихъ, которыя всегда остаются прикрѣпленными къ одному мѣсту (напримѣръ, губки).

Осталась еще одна черта, которую Вы считаете, быть можетъ, наиболѣе характерной для животныхъ и совершенно чуждой растеніямъ. Я имѣю въ виду чувствительность къ внѣшнимъ вліяніямъ, или раздражимость, т. е. способность подъ вліяніемъ какого-нибудь внѣшняго раздраженія (укола, давленія, свѣта, электрическаго тока и т. п.) измѣнять свою форму или свойства. Чувствительность въ указанномъ смыслѣ присуща всѣмъ животнымъ, и высшимъ, и низшимъ. Обладаютъ ли ею растенія?

На этотъ вопросъ ботаникъ, изучающій жизнь растений, дастъ, не колеблясь, утвердительный отвѣтъ. Онъ приведетъ Вамъ множество примѣровъ, доказывающихъ присутствіе у растений весьма тонкой чувствительности; я укажу лишь на нѣкоторые. Днемъ листья многихъ растений поворачиваются къ свѣту; когда же спускаются сумерки, тѣ же листья опускаются и какъ бы погружаются въ сонъ (напримѣръ: клеверъ, цвѣты одуванчика). Не ясно ли, что эти движенія вызываются раздраженіемъ, которое производитъ на растенія солнечный свѣтъ? Рѣзко выраженной чувствительностью от-

личается растеніе, извѣстное подъ именемъ «стыдливой мимозы». Стоитъ прикоснуться къ ея черешку, и листочки складываются, а черешокъ спускается, словно подкошенный.

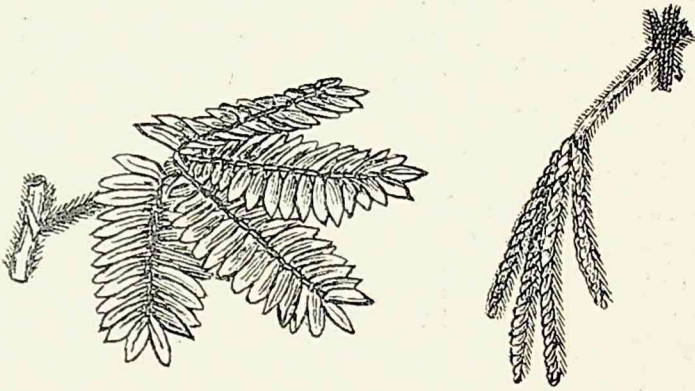


Рис. 1. Листья мимозы.

Если эту «недотрогу» помѣстить подъ стеклянный колпакъ и рядомъ положить губку, пропитанную хлороформомъ, то стыдливая мимоза, подобно животному, впадаетъ въ наркозъ, словно усыпляется, и теперь, какъ бы сильно ни раздражать ее, она не двинетъ ни однимъ листочкомъ.

Итакъ, мы наблюдаемъ чувствительность и у растений; слѣдовательно, и эта черта не составляетъ исключительной принадлежности животныхъ.

Многія животныя обладаютъ высокоразвитыми умственными способностями, они въ состояніи переживать разнообразнѣйшія чувства (удовольствіе, страданіе, радость, страхъ); всего этого богатства духовной жизни, какъ мы убѣждены, лишены растенія. Тѣмъ не менѣе видѣть въ этомъ фактѣ отличіе животнаго міра отъ

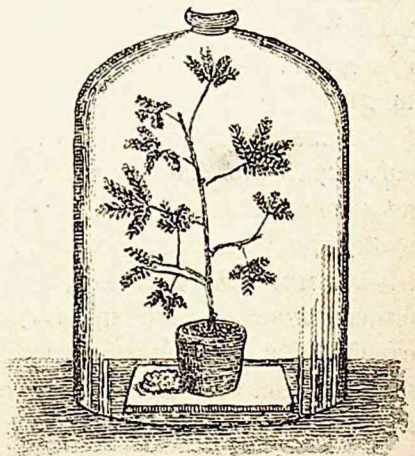


Рис. 2. Наркозъ мимозы.

растительнаго нѣтъ никакого основанія, такъ какъ мыслить, разсуждать и чувствовать умѣютъ не всѣ животныя. Только у человѣка и высшихъ позвоночныхъ (обезьяны, собаки, слона и др.) Вы находите эти способности, но врядъ ли признаете ихъ у рыбъ, еще менѣе у червей; что же касается низшихъ животныхъ, каковы, напримѣръ,

губки, полипы, инфузоріи, то всякій согласится, что имъ въ такой же степени чужды умъ и чувства, какъ и любымъ растеніямъ. Итакъ, тщетно старались мы найти черту, отдѣляющую растительное существо отъ животнаго. Дыханіе, питаніе, ростъ, размноженіе, движеніе и, наконецъ, чувствительность—всѣ эти черты мы могли отмѣтить и у растеній, и у животныхъ. Однѣ черты въ большей степени выражены у растеній (напр., бѣлая сила роста, бѣлшее разнообразіе въ способахъ размноженія), другія—у животныхъ (способность къ движенію, чувствительность), но мы не могли открыть такой черты, которая встрѣчалась бы только въ одномъ царствѣ и совершенно не наблюдалась бы въ другомъ.

На основаніи всего изложеннаго мы должны прійти къ заключенію, что пропасть, которая въ нашемъ воображеніи отдѣляетъ міръ животныхъ отъ міра растеній, оказывается при свѣтѣ науки не существующей.

Почему же, однако, въ обыденной рѣчи мы проводимъ такую рѣзкую грань между животными и растеніями и, когда въ разговорѣ произносимъ эти два слова: «растеніе» и «животное», предъ нами рисуются существа, не имѣющія ничего общаго между собой? Происходитъ это оттого, что, говоря о растеніяхъ или животныхъ, мы почти всегда имѣемъ въ виду и въ своемъ воображеніи рисуемъ высшихъ представителей того или другого царства, а эти высшіе представители дѣйствительно глубоко отличаются другъ отъ друга. Но картина совершенно измѣнится, если мы отъ высшихъ представителей обоихъ царствъ перейдемъ къ низшимъ, если мы станемъ спускаться по лѣстницѣ живыхъ существъ. По мѣрѣ того, какъ отъ позвоночныхъ животныхъ мы станемъ спускаться къ червямъ, далѣе къ губкамъ, всегда прикрѣпленнымъ къ морскому дну, къ инфузоріямъ, къ невидимымъ простымъ глазомъ амебамъ,—разница между животнымъ и растеніемъ будетъ все сглаживаться. То же произойдетъ, когда отъ могучаго дуба или стройной пальмы перейдемъ къ рѣчнымъ водорослямъ, къ плѣсневатымъ грибкамъ. Вы чувствуете, какъ послѣднія ступени обѣихъ лѣстницъ постепенно сходятся, онѣ въ концѣ концовъ сливаются, и что, спускаясь все ниже, мы наталкиваемся на цѣлый міръ полу-растеній, полу-животныхъ. Это такъ наз. бактеріи—существа, ничтожныя по своимъ размѣрамъ, видимыя только при большомъ увеличеніи. Объ этихъ палочкахъ (бациллахъ) и шарикахъ (коккахъ) Вамъ часто приходится слышать, такъ какъ среди нихъ имѣется много опасныхъ для человѣка враговъ. Они составляютъ то звено, которое соединяетъ цѣпь растительныхъ существъ съ цѣпью животныхъ.

II.

Понятіе объ элементахъ и сложныхъ тѣлахъ; объ органическихъ и неорганическихъ соединеніяхъ. Твердое, жидкое и газообразное состояніе тѣлъ.

Бѣглый обзоръ живой природы привелъ насъ къ заключенію, что все живое—растенія и животныя—образуютъ одну семью, отдѣльные члены которой, правда, отличаются другъ отъ друга, но не отдѣлены непроходимой пропастью. Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію мертвой природы. Безчисленное множество неодушевленныхъ тѣлъ, которыми мы всегда окружены, по которымъ мы ступаемъ и которыми мы пользуемся для различныхъ цѣлей, мы можемъ прежде всего подраздѣлить на 2 группы: одни вещества, какъ желѣзо, золото, сѣра, фосфоръ, заключаютъ въ себѣ только одно какое-либо тѣло (только желѣзо, только сѣру и т. д.); изъ желѣза ничего нельзя добыть, кромѣ желѣза; изъ сѣры—ничего, кромѣ сѣры; эта группа тѣлъ носитъ названіе простыхъ тѣлъ или элементовъ. Для краткости элементы обозначаютъ начальными буквами ихъ латинскихъ названій.

Но огромнѣйшее большинство окружающихъ насъ предметовъ не простые тѣла, а сложены, построены изъ двухъ или нѣсколькихъ элементовъ. Тѣла, въ составъ которыхъ входятъ два или нѣсколько элементовъ, называются **сложными** (напримѣръ: вода, соль, стекло, мраморъ, чернила и др.). Въ то время, какъ изъ элементовъ нельзя выдѣлить другихъ тѣлъ, ихъ нельзя, какъ выражаются химики, разложить, — сложные тѣла могутъ быть разложены на составныя части, которыя отличаются часто совершенно иными свойствами, чѣмъ тѣла, изъ нихъ состоящія (напримѣръ, вода можетъ быть разложена на газы, водородъ (H) и кислородъ (O), соль — на металлъ натрій и газъ хлоръ, и т. п.). Элементы являются, слѣдовательно, матеріаломъ, изъ котораго построены всѣ находящіеся въ природѣ предметы. Изъ ихъ соединеній и разнообразныхъ сочетаній образованы всѣ тѣла. И если достойно нашего изумленія разнообразіе міра, то еще въ большей степени заслуживаетъ нашего удивленія то, что это безконечное разнообразіе достигнуто при помощи удивительно ограниченныхъ средствъ. Такъ гениальный художникъ, пользуясь немногими имѣющимися у него на палитрѣ красками, создаетъ картины, поражающія красотой и разнообразіемъ пейзажа!

Среди веществъ, которыя мы встрѣчаемъ въ природѣ, одна группа заслуживаетъ особаго вниманія. Это—вещества, которыя вырабатываются живыми организмами—животными или растеніями: таковы, напр., сахаръ, масло, бѣлокъ, медъ, жиръ, молоко и т. п.

Эти вещества получили названіе органическихъ тѣлъ, ихъ также называютъ углеродистыми соединеніями, потому что въ ихъ составъ обязательно входитъ элементъ углеродъ (С).

Итакъ, органическими (или углеродистыми) тѣлами называются такія вещества, которыя вырабатываются животными и растеніями и въ составъ которыхъ, помимо другихъ элементовъ, входитъ всегда углеродъ (С).

Всѣ прочія тѣла носятъ названіе неорганическихъ. Одна изъ особенностей, которая отличаетъ органическія соединенія, заключается въ томъ, что только немногія изъ нихъ могутъ въ настоящее время быть добыты искусственно. Химикъ въ своей лабораторіи можетъ искусственно получить воду, соединяя водородъ (Н) съ кислородомъ (О), поваренную соль, соединяя хлоръ съ натріемъ; однимъ словомъ, онъ можетъ получить любое неорганическое тѣло, разъ онъ знаетъ, изъ какихъ элементовъ оно состоитъ. Но онъ не въ состояніи искусственно приготовить бѣлокъ или молоко, хотя ему и извѣстно, какіе элементы входятъ въ составъ этихъ тѣлъ. Какъ органическія, такъ и неорганическія тѣла состоятъ изъ мельчайшихъ частицъ, причемъ каждая частица такъ же построена, состоитъ изъ тѣхъ же элементовъ, какъ и вся масса. Такъ, напр., мельчайшая капелька воды, наполняющей этотъ стаканъ, состоитъ изъ тѣхъ же элементовъ — Н и О —, какъ и вся вода, и въ каждую капельку эти элементы входятъ въ такой же пропорціи, какъ и во всю массу воды.

Связь между частицами тѣла можетъ быть прочная, настолько прочная, что нужно примѣнить силу, чтобы разрушить ее — тогда мы говоримъ о тѣлѣ, что оно твердое; въ жидкихъ тѣлахъ сцепленіе частицъ — менѣе крѣпкое, жидкости мѣняють свою форму въ зависимости отъ формы того сосуда, въ которомъ онѣ заключены; газы не имѣютъ вовсе формы, частицы газовъ не только не связаны, но съ силой отталкиваются другъ отъ друга. Всякій газъ стремится заполнить все пространство, независимо отъ того, находится ли тамъ какой-либо другой газъ или нѣтъ.

Такимъ образомъ, тѣла наблюдаются нами въ природѣ въ трехъ состояніяхъ: твердомъ, жидкомъ и газообразномъ; эти состоянія указываютъ не на составъ тѣла, а на силу сцепленія частицъ, его составляющихъ. Нѣтъ, поэтому, ничего страннаго въ томъ, что одно и то же тѣло, сохраняя одинаковый составъ, можетъ являться передъ нами въ разныхъ состояніяхъ (напр., вода, паръ, снѣгъ, ледъ; эфиръ, испаряясь, пре-

вращается въ паръ; воздухъ можетъ быть превращенъ въ жидкость; расплавленный чугунъ лется въ видѣ огненно-жидкой массы и т. п.).

Когда Вы нагреваете тѣло, Вы ослабляете силу сцѣпленія его частицъ и твердыя тѣла плавятся, т. е. превращаются въ жидкость, а жидкость испаряется и улетучивается, т. е. переходитъ въ газообразное состояніе. Когда Вы отнимаете отъ тѣла теплоту, охлаждаете его, тогда Вы увеличиваете силу сцѣпленія, дѣлаете его частицы менѣе подвижными, и жидкость превращается въ твердое тѣло (вода замерзаетъ), а газъ въ жидкость (паръ сгущается въ видѣ капель).

Заканчивая эту главу, считаю нелишнимъ привести перечень 11 элементовъ, съ ихъ краткой характеристикой и обозначеніемъ, которыя Вамъ слѣдуетъ запомнить, такъ какъ эти элементы являются матеріаломъ, изъ котораго построено наше тѣло. Элементы эти слѣдующіе: кислородъ (*O*), водородъ (*H*), азотъ (*N*), углеродъ (*C*), хлоръ (*Cl*), калий (*K*), натрій (*Na*), кальцій (*Ca*), сѣра (*S*), фосфоръ (*P*) и желѣзо (*Fe*).

Кислородъ (O)—газъ, составляющій по объему $\frac{1}{5}$ часть воздуха, въ соединеніи съ водородомъ образуетъ воду, причѣмъ въ 9 вѣсовыхъ частяхъ воды—восемь частей приходится на долю *O*, а одна часть на долю *H*; поддерживаетъ горѣніе и необходимъ для жизни.

Водородъ (H)—составная часть воды; очень легкій газообразный элементъ; его можно зажечь, и тогда онъ соединяется съ *O*, образуя воду. Въ соединеніи съ другими элементами входитъ въ составъ всѣхъ растительныхъ и животныхъ веществъ.

Азотъ (N)—газъ, составляющій $\frac{1}{5}$ (по объему) воздуха, въ соединеніи съ другими элементами образуетъ вещества, играющія важную роль въ строеніи и жизни животныхъ и растений.

Хлоръ (Cl)—желто-зеленый удушливый газъ; приводимъ его потому, что онъ входитъ въ составъ поваренной соли, которая содержится во всѣхъ частяхъ нашего тѣла и служитъ незамѣнимой приправой къ пищѣ.

Углеродъ (C)—твердый элементъ, встрѣчающійся въ природѣ въ чистомъ видѣ въ трехъ видоизмѣненіяхъ: въ формѣ алмаза, графита и сажи, или копоти. Онъ входитъ въ составъ всѣхъ растительныхъ и животныхъ тѣлъ.

Натрій (Na) и *Калий (K)*—мягкіе, сходные другъ съ другомъ металлы, очень распространены въ природѣ. Натрій въ соединеніи съ хлоромъ образуетъ поваренную соль; калий входитъ въ составъ селитры и поташа.

Кальцій (Ca)—металлъ, часто встрѣчается въ природѣ; входитъ въ составъ извести, мрамора, гипса.

Желѣзо (Fe)—тяжелый металлъ, играющій огромную роль въ нашей жизни; чугунъ и сталь почти цѣликомъ состоятъ изъ желѣза. Находится въ крови въ очень сложномъ соединеніи съ другими элементами.

Сѣра (S)—въ чистомъ видѣ ее находятъ иногда вблизи вулкановъ, вмѣстѣ съ другими металлами образуетъ распространенныя въ природѣ

руды; часто встрѣчается въ соединеніи съ другими элементами въ различныхъ частяхъ животныхъ и растительныхъ тѣлъ.

Фосфоръ (*Ph*)—твердый, легко воспламеняющійся элементъ; входитъ въ составъ костей, изъ золы которыхъ его добываютъ.

III.

Понятіе о с и л а х ъ.—Сила дѣйствующая (активная) и скрытая (потенціальная).—Превращенія силъ.—Примѣры превращенія силъ.

Когда мы говорили о живыхъ существахъ—о животныхъ и растеніяхъ—насъ интересовали, главнымъ образомъ, ихъ способности: способность къ росту, размноженію, передвиженію и др. Изучая мертвыя тѣла, мы до сихъ поръ ни однимъ словомъ не обмолвились о томъ, обладаютъ ли они какими-либо свойствами или способностями, всегда имъ присущими. Между тѣмъ легко открыть и въ мертвыхъ тѣлахъ цѣлый рядъ способностей, которыя извѣстны подъ названіемъ силъ. Эти силы неразрывно связаны съ тѣлами, съ матеріей, и въ любомъ веществѣ мы ихъ открываемъ. Такъ, мы видѣли, что частицы разныхъ тѣлъ обладаютъ различной силой сцѣпленія или отталкиванія; мы знаемъ далѣе, что всѣ тѣла обладаютъ силой притяженія; въ рядѣ тѣлъ мы открываемъ силу магнетизма, электрическую силу, силу свѣта; всѣмъ тѣламъ свойственно извѣстное количество теплоты; всѣ элементы обладаютъ извѣстной степенью влеченія другъ къ другу; одни элементы легко соединяются чуть ли не со всѣми элементами (напр. *O*, *Na*), другіе охотно вступаютъ въ соединеніе съ одними тѣлами и совершенно не связываются съ другими. Эта сила взаимнаго влеченія получила названіе **химическаго сродства**. Именно благодаря этой силѣ, толкающей элементы другъ къ другу, и происходитъ то, что въ природѣ такъ рѣдко можно встрѣтить свободные элементы, одинокіе, ни съ чѣмъ не связанные.

Силы, заключенныя въ тѣлахъ, могутъ проявляться въ формѣ видимой и легко ощущаемой нами, но могутъ оставаться и скрытыми отъ нашего наблюденія. Въ первомъ случаѣ сила называется дѣйствующею (активной), во второмъ—скрытой (или напряженной). Такъ, напримѣръ, когда двѣ тучи сталкиваются и отъ этого столкновенія рождается огромная электрическая искра-молнія—здѣсь мы имѣемъ видимое проявленіе электрической силы, но эта сила находилась въ облакахъ и до столкновенія, пребывая въ нихъ въ скрытомъ состояніи. Когда камень падаетъ съ высоты—передъ нами проявляется сила притяженія; когда же онъ, поднятый на вы-

соту, покойно лежитъ—та же сила остается въ немъ въ скрытомъ отъ насъ состояніи до поры до времени, пока толчекъ не сброситъ его и такимъ образомъ обнаружить въ ощутимой для насъ формѣ эту силу.

Силы обладаютъ однимъ чрезвычайно важнымъ свойствомъ, которое мы должны отмѣтить и выяснить, разъ мы хотимъ получить вѣрное представленіе объ окружающихъ насъ предметахъ и совершающихся вокругъ явленіяхъ. Это свойство заключается въ томъ, что силы могутъ превращаться одна въ другую: электричество въ магнетизмъ, теплоту, движеніе, и обратно; движеніе—въ теплоту; химическое сродство—въ электричество, теплоту и т. д. Эти взаимныя превращенія силъ мы наблюдаемъ на каждомъ шагѣ. Загораніе тормазы отъ сильнаго тренія, искры, сыплющіяся при ударѣ молота или ѣздѣ по мостовой,—вотъ примѣры перехода движенія въ теплоту и свѣтъ; электрическая батарея представляетъ собой примѣръ перехода силы химическаго сродства въ электрическую; колеса трамвая приводятся въ движеніе благодаря дѣйствію магнитовъ, которые намагничиваются дѣйствіемъ электрическаго тока, тотъ же токъ доставляетъ трамваю свѣтъ, самъ же токъ образуется силой магнита. Здѣсь, слѣдовательно, мы имѣемъ превращеніе электричества въ магнетизмъ и обратно, превращеніе электричества въ свѣтъ и т. д.

Я бы могъ привести еще множество другихъ примѣровъ превращенія силъ, но я предоставляю это сдѣлать Вамъ самимъ.

Какой выводъ должны мы сдѣлать изъ того, что силы могутъ превращаться и превращаются одна въ другую? Когда мы наблюдаемъ превращенія воды въ паръ, снѣгъ, градъ, ледъ, мы говоримъ, что передъ нами происходитъ какъ бы переодѣваніе матеріи: вещество остается тѣмъ же, оно мѣняетъ только свой внѣшній обликъ. Не должны ли мы точно также и на превращеніе силъ смотрѣть, какъ на своего рода переодѣваніе ихъ: оставаясь всегда одной и той же, она мѣняетъ лишь свой обликъ. Сила едина, и лишь формы ея проявленій разнообразны.

«Существуетъ только одна сила. Эта сила дѣйствуетъ во всей природѣ, постоянно переходя изъ одной формы въ другую. Тяготѣніе, движеніе, теплота, магнетизмъ, электричество, химическое сродство,—все это различныя формы одной и той же силы, господствующей во вселенной, потому что каждая изъ этихъ формъ можетъ перейти въ другую форму силы» (Р. Майеръ).

IV.

Измѣненія тѣлъ; физическія измѣненія (процессы) и химическія; отличіе между ними.—Соединеніе и разложеніе.—Горѣніе.

Ежедневное наблюденіе показываетъ намъ, что окружающее постоянно подвержено измѣненіямъ. Эти измѣненія бываютъ то рѣзкія, и тогда они бросаются въ глаза, то едва замѣтныя, и тогда они обычно ускользаютъ отъ насъ и, только накапливаясь въ теченіе долгаго времени, отмѣчаются нами. Какъ ни разнообразны измѣненія, которымъ подвержены тѣла въ природѣ, мы можемъ раздѣлить ихъ на 2 класса: одни измѣненія касаются только внѣшняго вида тѣлъ, ихъ положенія въ пространствѣ, формы, состоянія, но не затрагиваютъ состава тѣлъ; это—такъ наз. физическія измѣненія или физическіе процессы (примѣры: паденіе камня; испареніе морской воды съ послѣдующимъ образованіемъ облаковъ и дождевыхъ капель; раствореніе сахара и соли въ водѣ и др.). При другихъ измѣненіяхъ глубоко нарушается самый составъ тѣлъ и возникаютъ новыя тѣла, обладающія иными свойствами (примѣры: горѣніе, ржавленіе, гненіе и др.); такія измѣненія носятъ названіе химическихъ процессовъ. Какъ физическія измѣненія, такъ и химическія не совершаются безпорядочно, по какому-то капризу, сегодня не такъ, какъ вчера; наоборотъ, они всегда протекаютъ съ извѣстной правильностью: такъ, при 100 градусахъ (Цельсія) вода всегда превращается въ паръ, а при 0° замерзаетъ, тѣло падаетъ съ высоты всегда съ извѣстной скоростью, элементы всегда соединяются другъ съ другомъ въ извѣстной пропорціи. Такъ есть, такъ было за тысячи лѣтъ до насъ, такъ будетъ и послѣ насъ. Эта правильность получила названіе законовъ природы.

Всякій химическій процессъ сопровождается, какъ мы говорили, измѣненіемъ состава тѣла; измѣненіе это можетъ быть двоякаго рода: или къ тѣлу присоединяются новыя элементы, или нѣкоторые элементы изъ него выпадаютъ. Въ томъ и другомъ случаѣ возникаетъ новое тѣло, которое, какъ Вы видите, можетъ быть или болѣе сложнымъ, чѣмъ первоначальное, или болѣе простымъ. Существуютъ, слѣдовательно, двоякаго рода химическіе процессы: одни ведутъ къ образованію болѣе сложныхъ тѣлъ, другіе къ распаденію сложныхъ веществъ на болѣе простыя; первые процессы называются процессами соединенія, вторые—процессами разложенія (примѣръ химическаго соединенія: образованіе воды изъ *H* и *O*; примѣръ разложенія—добываніе *O* изъ киновари). Бываютъ, однако, и такіе химическіе процессы, при которыхъ одновременно происходятъ и соединеніе и разложеніе элементовъ. Среди такихъ процес-

совѣ особое вниманіе наше привлекаетъ одинъ—горѣніе. На горѣніи я намѣренъ подробнѣе остановиться не только потому, что оно играетъ огромную роль въ жизни природы, не только потому, что оно является для насъ источникомъ теплоты и свѣта, но главнымъ образомъ потому, что пониманіе того, что происходитъ при горѣніи, дастъ Вамъ въ послѣдствіи ключъ къ пониманію многихъ явленій, совершающихся въ живомъ организмѣ.

Итакъ, что такое горѣніе? Предъ Вами сейчасъ же рисуется ярко вспыхивающее пламя, обладающее дивными свойствами—оставлять свѣтъ и теплоту. Но я бы хотѣлъ, чтобы Ваши мысли не были заняты этимъ ослѣпительнымъ зрѣлищемъ, и чтобы Ваши глаза не были прикованы къ нему: тогда легче будетъ разобраться въ томъ, что происходитъ передъ нами. Для того, чтобы горѣніе имѣло мѣсто, необходима, конечно, прежде всего наличность горючаго матеріала: стеарина, керосина, спирта, дровъ, каменного угля, нефти и т. п. Но одного горючаго матеріала недостаточно: лампа (керосинъ), стеариновая свѣча, дрова не будутъ горѣть, если преградить къ нимъ притокъ воздуха. Въ воздухѣ, слѣдовательно, есть нѣчто, что необходимо для горѣнія. Это нѣчто есть невидимый глазу газъ **кислородъ** (*O*). Безъ *O* нѣтъ горѣнія; горѣніе заключается въ соединеніи горючаго вещества съ *O*. Но при горѣніи происходитъ не только процессъ соединенія: есть въ немъ и другая сторона. Когда сгораютъ свѣча или дрова, отъ нихъ какъ будто ничего не остается, намъ кажется, что они безслѣдно исчезли. Но наблюденіе показываетъ, что дрова или свѣча не исчезаютъ безслѣдно; на ихъ мѣстѣ при горѣніи образуются углекислый газъ и пары воды; эти газы, оставаясь невидимыми для глазъ, улетучиваются и разбѣиваются въ пространствѣ, но ихъ можно извѣстными способами обнаружить. Такимъ образомъ при горѣніи происходятъ одновременно и соединеніе и разложеніе: горючій матеріалъ соединяется съ *O* и распадается на болѣе простыя тѣла. Что касается теплоты, образующейся при горѣніи, то она происходитъ отъ того, что распадъ сложныхъ тѣлъ на простыя обычно сопровождается выдѣленіемъ теплоты. Если горѣніе идетъ энергично, то количество образующейся теплоты оказывается достаточнымъ для возникновенія пламени; если же горѣніе идетъ медленно, то выдѣленіе теплоты идетъ также медленно, и тѣло горитъ, но пламя не вспыхиваетъ.

Горѣніе, говорили мы, заключается въ соединеніи горючаго матеріала съ *O*; я прибавлю теперь, что при этомъ безразлично, откуда притекаетъ *O*: изъ окружающаго ли воздуха, или онъ отрывается отъ другого тѣла, съ которымъ онъ непрочно связанъ, и

переходить къ горючему веществу, который обладаетъ большимъ сродствомъ къ нему. Такъ, напр., тлѣющая лучина вспыхиваетъ, соединяясь съ кислородомъ, выдѣляющимся изъ марганцеваго калия. Здѣсь, какъ и въ другихъ подобныхъ случаяхъ, происходитъ какъ бы борьба изъ-за обладанія кислородомъ, и то тѣло, которое отличается большимъ влеченіемъ къ нему, одерживаетъ побѣду. Въ процессъ горѣнія я бы хотѣлъ обратить Ваше вниманіе еще на одно обстоятельство. Часто случается, что условія неблагопріятны для горѣнія, и тогда процессъ горѣнія не доходитъ до конца; тѣло горитъ, но не сгораетъ совершенно: такъ, напр., дрова обугливаются, отъ лампы подымается копоть, которая представляетъ собой не что иное, какъ мельчайшія, не сгорѣвшія частицы углерода. Чаше всего неполное сгораніе, съ образованіемъ различныхъ продуктовъ неполнаго сгоранія (копоти, сажи), обусловливается недостаточнымъ притокомъ *O*.

Я сознаю, что далъ Вамъ лишь общее представленіе о процессѣ горѣнія, многіе интересные вопросы, какъ, напримѣръ: о характерной формѣ пламени, о яркости свѣта—я оставилъ не затронутыми. Я считалъ нужнымъ касаться лишь того, что, какъ Вы убѣдитесь, имѣетъ непосредственное отношеніе къ явленіямъ, связаннымъ съ жизнью. Въ заключеніе постараюсь все сказанное о горѣніи еще разъ пояснить на примѣрѣ горѣнія свѣчи. Стеаринъ свѣчи, какъ всякій жиръ, представляетъ собой сложное органическое тѣло, въ составъ котораго входятъ элементы *C*, *H* и *O*. По нитямъ фитиля, какъ по тончайшимъ канальцамъ, стеариновая жидкость поднимается вверхъ. Въ каждой мельчайшей капелькѣ, которой пропитанъ верхній конецъ фитиля, заключаются, слѣдовательно, связанные другъ съ другомъ частицы *C*, *H* и *O*. Углеродъ и водородъ обладаютъ сильнымъ сродствомъ къ *O*, частицы котораго, ни съ чѣмъ не связанные, свободно носятся повсюду въ окружающемъ свѣчу воздухѣ. Но соединиться съ *O* углеродъ и водородъ не могутъ до тѣхъ поръ, пока они связаны другъ съ другомъ въ каплѣ стеарина. Для того, чтобы соединеніе стало возможнымъ, нужно разрушить эту связь, оторвать элементы другъ отъ друга, и этого мы достигаемъ, когда подносимъ зажженную спичку. Теплота, которую мы такимъ путемъ сообщаемъ стеарину, вызываетъ усиленное движеніе его частицъ, ослабляетъ силу ихъ сцѣпленія, превращаетъ жидкія капли въ паръ и, наконецъ, отрываетъ элементы другъ отъ друга. *H* и *C* теперъ на свободѣ, и прежде всего частицы *H* съ неудержимой силой влекутся на встрѣчу носящимся вокругъ частицамъ *O* и соединяются съ ними, въ результатъ чего получаются частицы воды. При этомъ соединеніи выдѣляется

огромное количество теплоты, вспыхиваетъ пламя, которое, слѣдовательно, представляетъ собой не что иное, какъ струю водорода, горящаго въ *O*. Въ это пламя попадаютъ частицы твердаго *C* и, усиливая яркость огня, также сгораютъ, т. е. соединяются съ *O*, образуя углекислый газъ.

V.

Законъ вѣчности матеріи. Законъ сохраненія силъ.

Было уже сказано, что всѣ тѣла въ природѣ подвергаются постояннымъ измѣненіямъ, что эти измѣненія бываютъ двоякаго рода—физическія и химическія, и что какъ тѣ, такъ и другія совершаются по извѣстнымъ законамъ. Физика изучаетъ законы физическихъ измѣненій, химія изучаетъ законы химическихъ измѣненій. Физика, напр., устанавливаетъ законъ паденія тѣлъ, законъ взаимнаго притяженія тѣлъ, законъ теченія жидкости по трубкамъ и т. д., химія устанавливаетъ законъ соединенія тѣлъ, законъ ихъ разложенія и др. Нѣкоторыхъ физическихъ и химическихъ законовъ придется коснуться впослѣдствіи, такъ какъ знаніе ихъ необходимо для пониманія многихъ жизненныхъ явленій. Сейчас же я хочу остановить ваше вниманіе на двухъ законахъ, которые являются основными законами природы, потому что имъ подчинены всѣ тѣла и явленія, все живое и мертвое.

Первый изъ этихъ законовъ былъ установленъ знаменитымъ французскимъ химикомъ *Лавуазье* и получилъ назв. **закона неуминижаемости, или вѣчности, матеріи.**

Согласно этому закону, ни одна частица вещества, какъ бы мала она ни была, не можетъ исчезнуть безслѣдно, не можетъ превратиться въ ничто, и ни одна частица вещества не можетъ возникнуть въ совершенной пустотѣ, родиться изъ ничего. Если матерія на нашихъ глазахъ исчезаетъ, какъ это бываетъ, напримѣръ, при горѣніи свѣчи или испареніи жидкости, то она исчезаетъ только изъ нашего зрѣнія; она перемѣнила свою форму и изъ видимой стала невидима, но если собрать весь паръ, въ который превратилась жидкость, и охладить его, тогда мы получимъ ровно столько жидкости, сколько было, и мы убѣдимся, что ни одна капля не потерялась. На примѣрѣ горѣнія, этомъ поразительнѣйшемъ примѣрѣ кажущагося исчезновенія матеріи, *Лавуазье* доказалъ неуминижаемость вещества. При помощи взвѣшиванія на точныхъ вѣсахъ онъ обнаружилъ, что углекислота и вода, образующіяся послѣ сгоранія свѣчи, вѣсятъ ровно столько, сколько

вѣсѣть свѣча и то количество *O*, которое пошло на горѣніе. Итакъ, что-либо не можетъ превратиться въ ничто и не можетъ возникнуть изъ ничего. Матерія вѣчна и все, что существуетъ во вселенной, въ другихъ формахъ и другихъ состояніяхъ существовало всегда, отъ начала вѣковъ, и будетъ существовать вѣчно.

Второй основной законъ природы есть законъ сохраненія силъ. Смыслъ этого закона заключается въ томъ, что сила никогда не исчезаетъ безслѣдно, не превращается въ ничто и изъ ничего не рождается. Всякая сила порождается другой силой, и если она исчезаетъ, то это исчезновеніе только кажущееся: она перешла въ скрытое состояніе или превратилась въ другую силу ¹⁾. Когда я поднимаю камень, я затрачиваю извѣстное количество мускульной силы; куда пропала эта сила, когда камень положенъ, напр., на столъ? Вы знаете уже, что сила не потерялась, она скрыта въ камнѣ и проявится при первомъ толчкѣ, въ видѣ притяженія, въ видѣ теплоты, которая разовьется отъ удара. Другой примѣръ, подтверждающій законъ неуничтожаемости силы, я приведу изъ химіи. Частицы *H* и *O*, какъ вы знаете, отличаются сильнымъ влеченіемъ (сродствомъ) другъ къ другу; когда онѣ приходятъ во взаимное соприкосновеніе и соединяются, образуя воду, это влеченіе находитъ удовлетвореніе, или, какъ выражаются химики, ихъ сродство насыщается. Но куда же, спросите Вы, исчезла сила сродства? Она пропала безслѣдно? Нѣтъ; въ моментъ соединенія водорода и кислорода выдѣляется теплота. Сила химическаго сродства превратилась въ теплоту. Еще одинъ послѣдній и, быть можетъ, самый поучительный примѣръ сохраненія силъ. Зеленые листья деревьевъ въ теченіе всей своей жизни поглощаютъ солнечные лучи; силой свѣта они пользуются для того, чтобы изъ простыхъ неорганическихъ тѣлъ:—углекислоты, воды и солей,—заимствуемыхъ изъ воздуха и почвы, строить сложныя органическія чистицы, изъ которыхъ состоитъ растеніе. Сила свѣта, такимъ образомъ, затрачивается на постройку, но эта сила не теряется, она вся сохраняется, невидимая для глазъ, въ частицахъ дерева, и, когда мы зажигаемъ его, она проявляется въ видѣ теплоты, образующейся при горѣніи. Такимъ образомъ, любой кусокъ дерева, который мы видимъ передъ собой, хранить въ себѣ силу солнечнаго свѣта, которую оно поглащало нѣкогда, когда росло въ лѣсу. И когда мы сжигаемъ его, образуется ровно столько тепла, сколько было поглощено его, во время роста, изъ солнечныхъ лучей.

¹⁾ См. стр. 11.

Итакъ, вотъ конечный выводъ, къ которому мы приходимъ: матерія, изъ которой построенъ міръ, неуничтожаема и вѣчна; неуничтожаема и вѣчна также и сила, которая заключена въ матеріи.

Предыдущее изложеніе имѣло цѣлью дать Вамъ представленіе объ окружающей насъ природѣ. Вы знаете теперь, что ни въ живой, ни въ мертвой природѣ нѣтъ рѣзкихъ переходовъ, нѣтъ перегородокъ. Все живое—растенія и животныя—образуетъ, какъ мы говорили, одну семью; всѣ мертвыя тѣла—органическія и неорганическія—построены изъ одного матеріала, изъ элементовъ, и подчинены однимъ и тѣмъ же физическимъ и химическимъ законамъ. Остается еще одна перегородка, которая въ нашемъ воображеніи глухой стѣной упорно отдѣляетъ міръ живыхъ тѣлъ отъ міра мертвыхъ предметовъ.

0944
2111

Намъ кажется обычно, что живое и мертвое отдѣлены другъ отъ друга пропастью, что въ живыхъ тѣлахъ заключены силы, обладающія чудными свойствами, невѣдомыя мертвымъ тѣламъ. Но наука призвана разрушить и эту послѣднюю перегородку. Химическое изслѣдованіе показало, что всѣ извѣстныя намъ живыя тѣла построены изъ тѣхъ же элементовъ, которыя входятъ въ составъ огромнаго числа мертвыхъ тѣлъ. Физиологія идетъ дальше: она стремится доказать, что въ живой природѣ господствуютъ тѣ же законы, что и въ мертвой. Свести всѣ явленія жизни къ физическимъ и химическимъ измѣненіямъ—такова задача физиологін. Существованія особой жизненной силы, обладающей таинственными свойствами, современная физиологія не признаетъ.

ФИЗИОЛОГІЯ КЛѢТКИ.

Клѣтка есть основа жизни. Строеііе клѣтки: протоплазма и ядро. Дѣленіе живыхъ существъ на многоклѣточные и одноклѣточные. Жизнь одноклѣточныхъ организмовъ. Человѣческое тѣло, какъ клѣточное государство. Раздѣленіе труда есть основной принципъ жизни. Жизнь клѣтки связана съ процессомъ горѣнія.

Живое человѣческое тѣло часто и вполнѣ основательно сравниваютъ съ машиной. Для полнаго пониманія машины, ея назначенія и характера ея работы, необходимо, во-первыхъ, знать устройство и связь ея отдѣльныхъ частей и, во-вторыхъ, наблюдать ее въ дѣйствіи, такъ какъ только такимъ путемъ возможно изучить работу машины и роль каждой части въ этой работѣ; точно такъ же для правильнаго пониманія человѣческой машины необходимо, во-первыхъ, знать устройство и взаимную связь отдѣльныхъ частей человѣческаго тѣла и, во-вторыхъ, необходимо наблюдать и изучать человѣческое тѣло въ дѣйствіи: какъ оно передвигается, питается, растетъ, размножается и т. д., такъ какъ только такимъ путемъ можно получить представленіе о той сложной работѣ, которую мы называемъ жизнью, и вѣрно оцѣнить роль каждой части человѣческаго тѣла въ этой работѣ.

Итакъ, для того чтобы понять, какъ идетъ жизнь въ человѣческомъ тѣлѣ, необходимо предварительно знать его устройство. Это знаніе даетъ анатомія. Сообщеніе анатомическихъ свѣдѣній не входитъ въ мою задачу, и я буду касаться ихъ только вскользь, но сейчасъ я хочу обратить ваше вниманіе на одно очень важное обстоятельство: анатомія описываетъ строеііе человѣческаго тѣла, какимъ оно представляется невооруженному глазу, но для насъ такое описаніе недостаточно. Въ каждой мельчайшей частицѣ нашего тѣла идетъ своя работа, и если мы хотимъ знать, въ чемъ эта работа заключается и какъ она выполняется, мы должны знать во всѣхъ подробностяхъ устройство каждой частицы. Разсматриваніе же простымъ глазомъ такого знанія не даетъ, и мы должны прибѣгнуть къ микроскопу, который увеличиваетъ предметы въ сотни разъ и въ каждой частицѣ, любой пылинкѣ, въ каплѣ воды, открываетъ цѣлый міръ.

И вотъ изслѣдованіе при помощи микроскопа обнаруживаетъ одинъ поразительный фактъ, съ которымъ мы уже встрѣтились при изученіи мертвой природы: подобно тому какъ въ царствѣ мертвыхъ тѣлѣ за кажущимся разнообразіемъ предметовъ скрывается удивительное однообразіе матеріала, изъ котораго они построены, такъ и въ живой природѣ, и въ частности въ человѣческомъ тѣлѣ, за видимой пестротой и разнородностью отдѣльных частей скрывается простота и единство плана. Такъ изъ сходныхъ кирпичей искусный архитекторъ возводитъ самыя разнообразныя по виду постройки.

Изъ какого бы мѣста тѣла мы ни взяли частицу для изслѣдованія, мы всегда подъ микроскопомъ наблюдаемъ одну и ту же картину: мы видимъ передъ собой многочисленныя участки, болѣе или менѣе рѣзко отграниченныя другъ отъ друга; эти участки, получившіе названіе клѣтокъ, состоятъ изъ полужидкой, вязкой массы, внутри которой находится болѣе темное ядро, а иногда два или три ядрышка. Форма клѣтокъ самая разнообразная: то онѣ бываютъ круглыми, то многоугольными, то звѣздчатыми, то веретенообразными и т. д. Вещество, изъ котораго состоитъ каждая живая клѣтка, всюду почти одинаково и, по виду своему и по составу, подобно яичному бѣлку; оно получило названіе **протоплазмы**. Въ составъ живой протоплазмы входятъ тѣ же элементы, которые образуютъ частицы мертваго бѣлка, т. е. *C*, *H*, *O*, *N* и *S*. Каждая мельчайшая капелька протоплазмы представляетъ собой такимъ образомъ очень сложное тѣло, такъ какъ въ ея образованіи участвуютъ множество частицъ перечисленныхъ пяти элементовъ. Ядро клѣтки имѣетъ такой же составъ, какъ протоплазма, но въ немъ содержится еще фосфоръ. Помимо бѣлка въ составъ каждой живой клѣтки всегда входятъ еще, въ различной пропорціи, вода и соли.

Итакъ, каждая частица нашего тѣла состоитъ изъ многихъ клѣтокъ, а все тѣло представляетъ собой скопище милліардовъ клѣтокъ. Каждая клѣтка живетъ своей жизнью, и, какъ тѣло человѣка составлено изъ клѣтокъ, такъ и жизнь человѣка складывается изъ жизней этихъ клѣтокъ.

Изъ клѣтокъ построено не только человѣческое тѣло, но всякое живое тѣло, будь оно растеніе или животное. Клѣтка есть носительница жизни: гдѣ жизнь, тамъ и клѣтка, т. е. комочекъ живого бѣлка съ ядромъ, имѣющій извѣстную форму и отграниченный отъ другихъ комочковъ или клѣтокъ *).

*) Тотъ фактъ, что клѣтка является основнымъ кирпичемъ, изъ котораго построены всѣ живыя существа, былъ доказанъ учеными *Шлейденомъ* и *Шванномъ*.

Тѣло человѣка, какъ и другихъ большихъ животныхъ, состоитъ изъ миллиардовъ клѣтокъ, маленькія животныя составлены изъ меньшаго количества клѣтокъ, существуютъ, наконецъ, и такія, которыя состоятъ изъ одной клѣтки. Такимъ образомъ мы можемъ всѣ живыя существа раздѣлить на многоклѣточные и одноклѣточные. Одноклѣточные существа обыкновенно невидимы простымъ глазомъ; къ нимъ принадлежатъ, напримѣръ, бактеріи, инфузоріи, амёбы, о которыхъ рѣчь уже шла у насъ. У этихъ маленькихъ существъ все тѣло, слѣдовательно, состоитъ изъ одной клѣтки, и одной клѣткой выполняются всѣ жизненныя отправления. Такимъ образомъ, наблюдая жизнь какого-нибудь одноклѣточного существа, можно узнать, на что способна одна клѣтка, когда она предоставлена лишь своимъ силамъ, когда никто не раздѣляетъ ея трудовъ и она одна должна творить свою жизнь. Такихъ наблюдений было произведено очень много и всѣ они говорятъ о томъ, что жизнь одноклѣточныхъ существъ проявляется въ тѣхъ же формахъ, въ какихъ она протекаетъ и у многоклѣточныхъ, что одноклѣточные организмы проявляютъ, правда — въ очень упрощенномъ видѣ, тѣ же способности, которыми отличаются сложные организмы. Мы отмѣчаемъ, прежде всего, у одноклѣточныхъ существъ способность къ движенію: амёба, напримѣръ, производитъ движенія путемъ втягиванія и вытягиванія отростковъ (амёбодное движеніе); другія одноклѣточные существа (напримѣръ, инфузоріи) передвигаются при помощи тоненькихъ волосковъ, расположенныхъ на одномъ какомъ-либо мѣстѣ ихъ тѣла и приводимыхъ въ оживленное колебаніе (мерцательное движеніе).

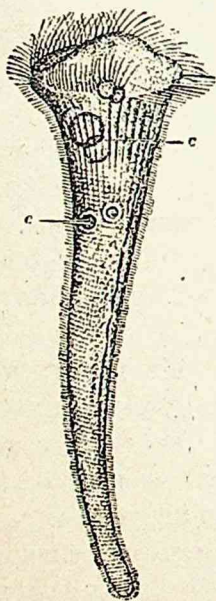


Рис. 3. Инфузорія трубачъ, снабженная рѣсничками.

Далѣе, одноклѣточные существа способны переваривать пищу: съ этой цѣлью амёбы захватываютъ своими отростками встрѣчающіяся имъ на пути питательныя частицы, вводятъ ихъ внутрь своего тѣла, и здѣсь, въ самой протоплазмѣ, эти частицы растворяются и перерабатываются въ тѣло амёбы, а то, что не можетъ раствориться, удаляется изъ клѣтки.

Питаясь описаннымъ способомъ, амёбы, какъ и другія одноклѣточ-

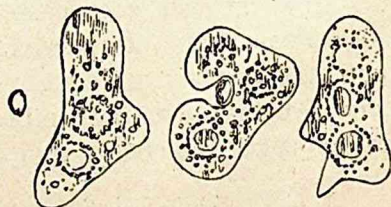


Рис. 4. Амёба, пожирающая водоросль.

ныя, увеличиваютъ размѣръ своего тѣла, **ростутъ**, а достигши извѣстнаго роста, **размножаются**, путемъ ли дѣленія клѣтки на двѣ половины, превращающіяся въ двѣ самостоятельныхъ клѣтки, или путемъ отшнуровыванія отъ клѣтки кусочка, который вырастаетъ въ цѣлую клѣтку.

Наконецъ, у одноклѣточныхъ существъ проявляется въ самой разнообразной формѣ **чувствительность** или раздражимость. Сотрясеніе, уколъ иглы, электрическій токъ, лучъ свѣта, капля кислоты или щелочи и многое другое приводитъ одноклѣточныхъ (амебу, бактерію, корненожку и т. п.) въ состояніе раздраженія, вызывая съ ихъ стороны рядъ движеній или, наоборотъ, парализуя ихъ двигательную способность. Вы видите, какой сравнительно полной жизнью живетъ маленькое существо-клѣтка, какія разнообразныя способности въ состояніи проявить она, когда она одна является средоточіемъ всей жизни.

Подобно тому какъ Робинзонъ, выброшенный бурей на пустынный островъ среди безбрежнаго океана, боролся за свою жизнь, пуская въ ходъ все свои физическія и душевныя силы, такъ и одноклѣточное существо, брошенное судьбой въ океанъ жизни, вынуждено въ суровой борьбѣ за существованіе проявлять и напрягать все свои способности.

Картина совершенно измѣняется, когда отъ одноклѣточного существа мы переходимъ къ многоклѣточному, у котораго тѣло состоитъ не изъ одной, а изъ тысячъ и миллионовъ клѣтокъ. Тогда вся сложная работа жизни: движеніе, питаніе, размноженіе и т. д. выполняется не каждой клѣткой въ отдѣльности, а распределяется между группами клѣтокъ. Каждая группа клѣтокъ специализуется въ одномъ какомъ-либо родѣ работы, необходимомъ для жизни всего тѣла, развиваетъ въ себѣ одну какую-либо способность. Эта способность доводится въ ней до совершенства, за то другія нерѣдко глоснуть или даже совершенно исчезаютъ. Такъ, одні клѣтки человѣческаго тѣла занимаются перевариваніемъ пищи, другія—служатъ для размноженія, третьи—принимаютъ важное участіе въ дыханіи, четвертыя—способствуютъ передвиженію и т. д. Но мало клѣтокъ въ человѣческомъ тѣлѣ, которыя сохранили бы въ одинаковой мѣрѣ все способности, свойственныя одноклѣточнымъ существамъ: которыя могли бы и двигаться, и переваривать пищу, и размножаться и т. д.

Итакъ, живой человѣческій организмъ можно по справедливости назвать союзомъ клѣтокъ, или клѣточнымъ

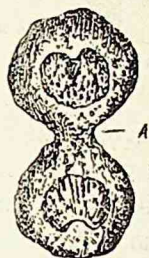


Рис. 5. Дѣленіе клѣтки.

государствомъ, въ которомъ отдѣльныя группы клѣтокъ-гражданъ выполняютъ, соотвѣтственно своей спеціальности, различныя обязанности.

Раздѣленіе труда и спеціализація—вотъ, слѣдовательно, что лежитъ въ основѣ жизни человѣческаго тѣла.

Я бы далъ Вамъ невѣрное и неполное представленіе о жизни клѣтокъ нашего тѣла, если бы не обратилъ Вашего вниманія на одну черту, свойственную всѣмъ безъ исключенія клѣткамъ. Въ каждой клѣткѣ, какими бы способностями она ни отличалась, какую бы работу она ни выполняла, пока она жива, всегда идетъ горѣніе. Для того, чтобы жить и работать, клѣтка должна непрерывно сжигать что-либо. Но горѣніе, какъ Вы помните, заключается въ соединеніи горючаго матеріала съ *O*. Отсюда ясно, что живой клѣткѣ долженъ быть обезпеченъ постоянный притокъ *O* и безостановочный подвозъ горючаго матеріала. И то, что Вамъ извѣстно о горѣніи, даетъ Вамъ возможность сдѣлать еще одинъ выводъ: разъ въ каждой клѣткѣ въ теченіе ея жизни непрерывно происходитъ горѣніе, то очевидно въ ней непрерывно должны образоваться теплота и продукты горѣнія. Вы убѣдитесь въ послѣдствіи, что такъ оно въ нашемъ тѣлѣ и происходитъ.

Но я, вѣроятно, возбудилъ въ Вашемъ умѣ цѣлый рядъ вопросовъ: какъ организована непрерывная доставка кислорода и горючаго матеріала, куда дѣваются продукты горѣнія, на что идетъ и для чего нужна образующаяся при горѣніи теплота? Я поднималъ эти вопросы не съ тѣмъ, чтобы ихъ сейчасъ разрѣшить: разрѣшенію ихъ будутъ посвящены всѣ наши дальнѣйшія бесѣды.

ФИЗИОЛОГІЯ ТКАНЕЙ.

Сложная работа жизни, какъ мы говорили, распредѣляется въ нашемъ тѣлѣ между отдѣльными группами клѣтокъ: одна какая-нибудь группа клѣтокъ, сходныхъ по формѣ и строенію, выполняетъ одинъ родъ работы, другая несетъ другую службу. Группа клѣтокъ, сходныхъ между собой по формѣ и по характеру своей дѣятельности, называется **тканью**. Ткани, соединяясь вмѣстѣ, образуютъ **органы**. Каждый органъ нашего тѣла приспособленъ къ производству какой-либо сложной работы, а иногда и нѣсколькихъ работъ, выполнение которыхъ не подѣ силу одной какой-либо ткани. Изученіе жизни нашего тѣла удобнѣе всего вести, переходя отъ болѣе простыхъ частей къ болѣе сложнымъ, и я въ своемъ изложеніи буду слѣдовать такому порядку. Разсмотрѣвъ въ общихъ чертахъ строеніе и жизнь клѣтки, мы перейдемъ теперь къ изученію группъ клѣтокъ, или тканей, для того чтобы затѣмъ приступить къ изученію группъ тканей, или органовъ. Важнѣйшія ткани человѣческаго тѣла слѣдующія: мышечная, костная, нервная, эпителиальная, соединительная, жировая.

ФИЗИОЛОГІЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ.

I.

Строеніе мускула.—Дѣленіе мышцъ на поперечно-полосатыя и гладкія.—Сократимость, какъ основное фізіологическое свойство мышечной клѣтки.—Зависимость силы сокращенія отъ силы раздраженія.

Мясо, или мышечная ткань, образуетъ въ нашемъ тѣлѣ цѣлыя пласты, которые открываются передъ нами въ любомъ мѣстѣ, когда мы разрѣзаемъ кожу и слѣдующій за ней слой, такъ называемую подкожную клѣтчатку. Но мышечная ткань въ большемъ или меньшемъ количествѣ входитъ также въ составъ почти всѣхъ нашихъ внутреннихъ органовъ (напримѣръ: сердца, желудка, кишокъ, матки,

мочевого пузыря и пр.). Пласты мяса состоятъ изъ мышцъ, или мускуловъ, которые легко отдѣляются другъ отъ друга. Каждый мускулъ расщепляется на пучки, пучки на волокна, а волокна при извѣстной обработкѣ распадаются на волоконца. Мышечное волокно имѣетъ удлинненную форму и состоитъ изъ протоплазмы и ядра. Слѣдовательно, на каждое мышечное волокно мы должны смотрѣть, какъ на клѣтку, отличающуюся отъ другихъ клѣтокъ тѣла своей особой формой и особыми свойствами; мышечное волокно это—мышечная клѣтка, и каждый мускулъ состоитъ изъ огромнаго количества такихъ клѣтокъ. Мышечныя волокна бываютъ двоякаго рода: одни при разсматриваніи подъ микроскопомъ обнаруживаютъ чередованіе свѣтлыхъ и темныхъ участковъ, въ другихъ такого чередованія не наблюдается. Первые носятъ названіе **поперечно-полосатыхъ**, вторыя называются **гладкими**. Всѣ мышцы, которыя прикрѣплены къ костямъ нашего скелета, относятся къ поперечно-полосатымъ; онѣ повинуются нашей волѣ, мы можемъ ихъ по желанію сокращать и расслаблять. Наоборотъ, мышцы внутреннихъ органовъ—гладкія и вліянію нашей воли не поддаются (такъ, напримѣръ, въ составъ матки входятъ мышцы, но женщина по своему желанію не можетъ приводить ихъ въ движеніе и такимъ образомъ измѣнять форму матки; во время родовъ сокращенія матки происходятъ помимо воли роженицы *).

Мы говорили, что тканью называется группа клѣтокъ, исполняющихъ сходныя обязанности, специализовавшихся, такъ сказать, въ одномъ родѣ работы. Въ чемъ же заключается характерное свойство, специальная работа мышечной клѣтки? Основное физиологическое свойство мышечной ткани—ея сократимость. Какимъ бы способомъ Вы ни стали раздражать мышцу: ударомъ, уколомъ, электрическимъ токомъ, химическими веществами, тепломъ, холодомъ—на любое раздраженіе мышца дастъ одинъ отвѣтъ: она сократится, т. е. сдѣлается короче и толще, при чемъ масса ея, или объемъ, не измѣнится, такъ какъ на сколько мышца при своемъ сокращеніи укорачивается, на столько же она утолщается. То, что мышечная клѣтка отличается раздражимостью, т. е. что раздраженіе вызываетъ съ ея стороны извѣстный отвѣтъ, или, говоря иначе, возбуждаетъ ее, не есть свойство только ей присущее. Всякая живая клѣтка раздражима: какую бы живую клѣтку мы ни стали раздражать описанными или иными способами, она придетъ въ состояніе возбужденія, но отвѣтъ на раздраженіе различныя клѣтки даютъ различный. Не такъ ли и

*) Исключеніе составляетъ мышца сердца: она поперечно-полосатая, хотя и не повинуется нашей волѣ.

люди проявляютъ свой характеръ не въ вопросахъ, которые имъ предлагаютъ, а въ отвѣтахъ, которые они даютъ? И вотъ, для мышечной клѣтки, повторяю, характерно то, что на любое раздраженіе она отвѣчаетъ неизмѣнно однимъ и тѣмъ же—сокращеніемъ. Для того чтобы наступило сокращеніе, необходимо, однако, чтобы раздраженіе, сообщенное мышцѣ, отличалось извѣстной силой: очень слабый электрическій токъ или слабое прикосновеніе могутъ и не вызвать сокращенія. Чѣмъ сильнѣе раздраженіе, тѣмъ сильнѣе сокращеніе; при очень сильныхъ раздраженіяхъ мышца, сокращаясь, можетъ укоротиться на $\frac{3}{4}$ — $\frac{5}{6}$ своей длины, но, достигши предѣла своего укороченія, мышца больше не въ состояніи укоротиться, не смотря на усиленіе раздраженій.

II.

Сокращеніе и расслабленіе мышцы требуютъ извѣстнаго времени.—Описаніе міографа.—Періодъ скрытаго возбужденія мышцы.—Продолжительность мышечнаго сокращенія.

Сокращеніе мышцы наступаетъ вѣдѣ за любымъ раздраженіемъ, но для наблюденій надъ сокращеніемъ мышцы физиологи обычно примѣняютъ въ качествѣ раздражителя электрическій токъ. Онъ имѣетъ передъ другими способами раздраженія тѣ преимущества, что, во 1-хъ, не измѣняетъ вещества мышцы и, во 2-хъ, что силу его можно, по желанію, съ большой постепенностью увеличивать и уменьшать. Самое наблюденіе производится слѣдующимъ образомъ: свѣжую, вырѣзанную изъ тѣла лягушки мышцу прикрѣпляютъ однимъ концомъ неподвижно, къ другому можно привѣсить чашку вѣсовъ и нагрузить ее небольшимъ грузомъ. Мышцѣ сообщаютъ рядъ электрическихъ ударовъ; послѣ cadaго удара мышца сокращается и, укорачиваясь, поднимаетъ грузъ. Чѣмъ сильнѣе токъ, тѣмъ большій грузъ мышца въ состояніи поднять. Постепенно увеличивая грузъ, можно дойти до такого, который мышца, даже при самомъ сильномъ раздраженіи, не въ состояніи будетъ поднять. Этотъ грузъ будетъ выражать предѣльную силу мышцы.

Мышца является, такимъ образомъ, машиной или приборомъ, который въ состояніи производить извѣстную работу. И нельзя не удивляться совершенству этого прибора: при своей сравнительной легкости мышца проявляетъ огромную силу, поднимая тяжесть, во много разъ превосходящую ее по вѣсу. Такъ, на примѣръ, мышца лягушки, вѣсящая 5 граммовъ, можетъ поднять 300 гр., т. е. грузъ, который въ 60 разъ больше ея вѣса. Впрочемъ, въ послѣдствіи мы

увидимъ, что не только въ силѣ, проявляемой мышцей, заключается совершенство этого удивительнаго и единственнаго въ своемъ родѣ прибора.

Такъ какъ сокращеніе мускула слагается изъ сокращенія составляющихъ ее волоконъ, то сила мускула зависить отъ количества послѣднихъ; мышца тѣмъ сильнѣе, чѣмъ она толще.

При сокращеніи мышцы измѣняется, какъ было сказано, ея форма: она становится короче и толще. Вслѣдъ за сокращеніемъ, если раздраженіе прекратилось, мышца снова принимаетъ первоначальную форму, она **разслабляется**. Сокращеніе и послѣдующее

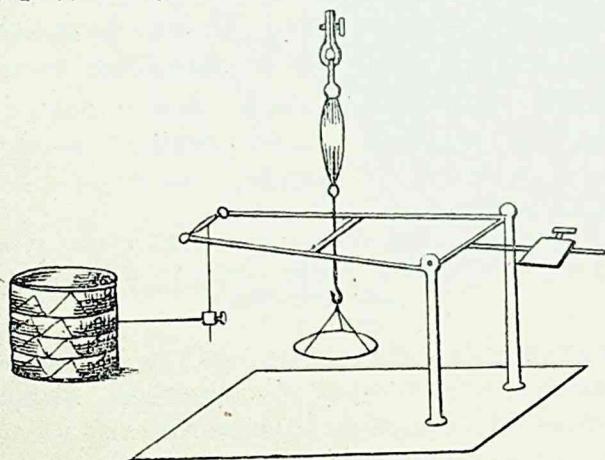


Рис. 6. Міографъ.

разслабленіе происходятъ очень быстро, и можетъ показаться, что для этого вовсе не требуется времени. Но какъ въ мертвой природѣ всякое измѣненіе для своего проявленія требуетъ извѣстнаго времени, такъ и въ живомъ организмѣ всякая переменна протекаетъ во времени, и многія жизненные явленія, кажущіяся мгновенными, при точномъ изслѣдованіи оказываются сравнительно длительными. Такъ и съ мышечнымъ сокращеніемъ. При помощи особаго прибора, называемаго **миографомъ**, можно убѣдиться, что весь процессъ сокращенія отъ момента сообщенія ей раздраженія до того момента, когда мышца снова принимаетъ прежній видъ, длится около $\frac{1}{10}$ секунды. Замѣчательно то, что мышца начинаетъ сокращаться не тотчасъ вслѣдъ за полученіемъ раздраженія, а спустя $\frac{1}{100}$ секунды. Этотъ періодъ отъ момента сообщенія мышцѣ раздраженія до начала ея сокращенія носитъ названіе **періода скрытаго возбужденія мышцы**. Въ существованіи этого періода мы убѣждаемся при помощи того же миографа. Я опишу этотъ приборъ въ самыхъ общихъ чертахъ (см. рис. 6).

Свободный конецъ мышцы прикрѣпляется къ рычагу, который снабженъ на своемъ концѣ остриемъ, пишущимъ по заковченной поверхности вращающагося передъ нимъ барабана. При каждомъ сокращеніи мышцы рычагъ и съ нимъ вмѣстѣ острие поднимаются вверхъ, и на барабанѣ появляется вверхъ идущая черта, при расслабленіи мышцы острие опускается и чертитъ линію книзу; если же мышца не измѣняетъ своей формы, а барабанъ продолжаетъ вращаться, острие будетъ чертить горизонтальную линію. Самый опытъ производится такъ: барабанъ при помощи заводного механизма приводится въ движеніе, мышцѣ сообщаютъ электрической токъ: острие начинаетъ чертить. Линія, которую оно начертило въ теченіе сокращенія и расслабленія мышцы, называется **кривой мышечнаго сокращенія**.

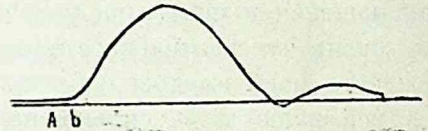


Рис. 7. Волна сокращенія.

Всмотритесь въ нее внимательно: Вы видите, что начальная часть ея *AB* горизонтальная; это означаетъ, что мышца, послѣ сообщенія ей раздраженія, нѣкоторое время остается въ первоначальномъ положеніи. Эта часть соотвѣтствуетъ, слѣдовательно, періоду скрытаго возбужденія. Затѣмъ идетъ восходящее колѣно *BC*, соотвѣтствующее періоду сокращенія мышцы, и, наконецъ, нисходящее колѣно *CD*, начерченное во время расслабленія мышцы. Зная быстроту вращенія барабана, легко вычислить время, потраченное на періодъ скрытаго возбужденія, на сокращеніе и на расслабленіе. Допустимъ, на примѣръ, что барабанъ дѣлаетъ въ одну секунду 100 оборотовъ, и что, пока острие чертило горизонтальную линію, онъ успѣлъ сдѣлать одинъ оборотъ; Вы заключите отсюда, что, пока мышца находилась въ періодѣ скрытаго возбужденія, собиралась, такъ сказать, съ силами, прошло $\frac{1}{100}$ секунды. Если за все время сокращенія и расслабленія барабанъ успѣлъ сдѣлать 10 оборотовъ, значитъ времени прошло $\frac{10}{100}$ или $\frac{1}{10}$ секунды.

III.

Образованіе теплоты въ работающей мышцѣ.—Химическій составъ мышечнаго вещества.—Горѣніе, какъ источникъ мышечной силы.—Роль гликогена, какъ горючаго матеріала.—Роль кровяного тока.—Утомляемость мышцы.—Причина утомленія мышцы.—Понятіе о тетанусѣ.

Въ процессѣ сокращенія мышцы насъ до сихъ поръ интересовала главнымъ образомъ внѣшняя сторона его. Теперь я хочу

привлечь Ваше вниманіе къ тому, что происходитъ во время сокращенія внутри мышцы, въ самой глубинѣ ея.

Прежде всего слѣдуетъ отмѣтить, что работающая, или сокращающаяся, мышца теплѣ покойной мышцы. Въ этомъ можно убѣдиться посредствомъ измѣренія температуры покойной и сокращающейся мышцы при помощи особеннымъ образомъ устроеннаго, очень чувствительнаго термометра. Кромѣ того, въ этомъ фактѣ убѣждаетъ насъ ежедневный опытъ; при усиленной мышечной работѣ все наше тѣло сильно нагрѣвается: источникомъ теплоты, главными очагами, на которыхъ разводится огонь, являются работающія мышцы. Итакъ, актъ мышечнаго сокращенія сопровождается образованіемъ теплоты. Эта теплота имѣетъ своимъ источникомъ усиленное горѣніе, происходящее въ работающей мышцѣ. Горѣніе происходитъ во всякой живой клеткѣ: слѣдовательно, и въ покойной мышцѣ не прекращается горѣніе, но, когда мышца работаетъ, топлива и *O* потребляется гораздо больше, и, благодаря этому, больше выдѣляется теплоты.

И подобно тому какъ въ паровозѣ теплота, получающаяся отъ горѣнія угля или дровъ, идетъ частью на нагрѣваніе стѣнокъ котла, частью на превращеніе воды въ паръ, толкающій поршень, точно такъ же и въ мышцѣ теплота, образующаяся отъ горѣнія, частью идетъ на нагрѣваніе самой живой машины, т. е. мышцы, частью превращается въ движеніе, въ работу мышцы. Здѣсь передъ нами одинъ изъ нагляднѣйшихъ примѣровъ превращенія одной силы (теплоты) въ другую (движеніе). Слѣдовательно, и въ живомъ тѣлѣ сила, проявляемая работающей мышцей, не рождается изъ ничего, а возникаетъ изъ другой.

Тутъ умѣстно отмѣтить то, что было уже однажды отмѣчено—совершенство устройства мышцы, какъ рабочаго аппарата: въ то время какъ въ нашихъ лучшихъ паровыхъ машинахъ—этихъ произведеніяхъ человѣческихъ рукъ и человѣческаго ума—значительное количество теплоты, получаемой отъ горѣнія угля (или нефти и т. п.), пропадаетъ бесполезно, и въ работу поршня переходитъ лишь $\frac{1}{10}$ часть развивающейся теплоты, мышца—этотъ живой приборъ, вышедшій изъ мастерской Природы—превращаетъ въ полезную работу $\frac{1}{4}$ развиваемаго въ ней тепла.

Но что горитъ въ мышцѣ, какое тѣло играетъ для мышцы ту роль, какую играетъ уголь для паровоза? Для того, чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, необходимо предварительно познакомить Васъ съ химическимъ составомъ мышцъ. Мясо по составу своему представляетъ собой очень сложное тѣло: въ 100 частяхъ мяса (тощаго) содержится 75 ч. воды, 21 ч. бѣлка, 1 ч. такъ называемаго мышеч-

наго крахмала и незначительное количество солей. Бѣлокъ, находящійся въ мышечной ткани, подобно яичному бѣлку, представляетъ собой очень сложное соединеніе элементовъ: *C, H, O, N* и *S*; какъ всѣ бѣлки, онъ свертывается при кипяченіи и при прибавленіи кислоты. Мышечный бѣлокъ носитъ названіе **міозина**. Мышечный крахмалъ, какъ и всякій другой крахмалъ, составленъ изъ элементовъ *C, H* и *O*; онъ называется **гликогеномъ**. Какъ видите, горючаго матеріала имѣется въ мышцѣ достаточно, потому что всякое углеродистое или органическое соединеніе можно назвать горючимъ, такъ какъ оно охотно соединяется съ *O* и распадается съ выдѣленіемъ теплоты, или, говоря иначе, сгораетъ. Слѣдовательно, роль топлива для мышцы могутъ принять на себя бѣлокъ и гликогенъ. Изслѣдованія, однако, показали, что работа мышцы сопровождается горѣніемъ, главнымъ образомъ, **гликогена**. Гликогенъ для мышцы то же, что уголь для паровоза.

Гликогенъ въ мышцѣ горитъ, какъ горитъ стеаринъ свѣчи или спиртъ въ лампѣ, только несравненно медленнѣе, не вспыхивая пламенемъ; соединяясь съ *O*, гликогенъ распадается на углекислоту и воду.

Понятно теперь, почему работающая мышца отличается отъ покойной большимъ содержаніемъ воды и меньшимъ содержаніемъ гликогена. По мѣрѣ потребленія гликогена мышцѣ доставляются новыя количества этого горючаго матеріала; и по мѣрѣ накопленія углекислоты избытокъ ея удаляется. Эту роль кочегара, подбрасывающаго угля въ топку, и роль канализаціонной трубы, уносящей ненужные и вредные отбросы, исполняетъ токъ крови, обильно орошающей мышцу, несущейся въ ней по крупнымъ, мелкимъ и тончайшимъ сосудамъ. Кровь поставляетъ мышцѣ, въ мѣру ея потребности, горючій матеріалъ и освобождаетъ ее отъ накапливающихся продуктовъ горѣнія.

Если сократимость является основнымъ фізіологическимъ свойствомъ мышечной ткани, то другой характерной для нея особенностью, и притомъ особенностью, играющей огромную роль въ нашей обыденной жизни, слѣдуетъ признать ея утомляемость. Всякая мышца послѣ продолжительной или кратковременной, но напряженной работы утомляется: всякому знакомо чувство усталости, которое испытываетъ человѣкъ послѣ усиленной физической работы. Усталая мышца отличается отъ нормальной тѣмъ, что она вяло сокращается: періодъ скрытаго возбужденія и вообще продолжительность сокращенія удлиняется; приходится примѣнять раздраженія большей силы для того, чтобы вызвать прежней силы сокращенія.

Наконецъ, если продолжать раздражать мышцу, не смотря на ясно выраженную усталость, можно довести ее до того, что она теряетъ совершенно способность отвѣчать на раздраженіе. Дѣло въ томъ, что продолжительная или напряженная работа мышцы влечетъ за собой, съ одной стороны, истощеніе горючаго матеріала и кислорода, необходимыхъ для горѣнія, т. е. источника мышечной силы, съ другой—чрезмѣрное накопленіе продуктовъ горѣнія (углекислоты, воды и др.), которые понижаютъ жизнедѣятельность мышцы и являются, такимъ образомъ, главной причиной мышечной усталости. Вотъ почему доведенную до усталости продолжительнымъ раздраженіемъ мышцу лягушки можно сдѣлать снова работоспособной, если вымыть изъ нея продукты горѣнія, пропуская чрезъ нея кровеносные сосуды растворъ поваренной соли.

Изъ сказаннаго о мышечной усталости мы можемъ сдѣлать важные въ практическомъ отношеніи выводы. Утомленіе мышцы, очевидно, тѣмъ скорѣе наступитъ, чѣмъ кратковременнѣе отдыхъ (пауза) между отдѣльными ея сокращеніями, иными словами, чѣмъ меньше времени дано кровяному току для выполненія его очистительной, ассенизаціонной работы. Вотъ почему восхождение на крутую гору будетъ тѣмъ утомительнѣе, чѣмъ быстрѣе мы его совершаемъ, вотъ почему, когда мы поднимаемся по ряду лѣстницъ, минутные или даже секундные отдыхи на площадкахъ помогаютъ намъ и устраняютъ чувство усталости. Здѣсь ясно выступаетъ передъ нами вся важность для организма не только длительныхъ, но и короткихъ промежутковъ отдыха. Впрочемъ, этого вопроса мы коснемся еще, когда рѣчь будетъ идти о дѣятельности самаго не-утомимаго рабочаго въ нашемъ тѣлѣ—сердечнаго мускула.

Вернемся къ явленію мышечной усталости. Очевидно, что утомленіе мышцы должно наступить особенно быстро при томъ условіи, если она приведена въ состояніе непрерывнаго напряженія, если она, непрерывно сокращаясь, лишена совершенно возможности расслабляться. Состояніе это носитъ названіе мышечнаго столбняка, или **тетануса**. Каковы причины его возникновенія?

Мы видѣли, что за каждымъ сокращеніемъ мышцы слѣдуетъ ея расслабленіе. Если же сократившейся мышцѣ, прежде чѣмъ она успѣетъ перейти въ расслабленное состояніе, сообщить новое раздраженіе, тогда къ первому сокращенію присоединится второе. Если теперь снова сообщить раздраженіе, не давъ мышцѣ времени расслабнуть, наступитъ новое сокращеніе. Однимъ словомъ, при помощи быстро слѣдующихъ другъ за другомъ раздраженій можно держать мышцу въ состояніи длительного сокращенія. Вотъ это состояніе

безпрерывнаго сокращенія мышцы, вызванное быстро слѣдующими раздраженіями, носитъ названіе **столбняка**. Примѣромъ столбняка можетъ служить столбнякъ матки, наступающій иногда во время родовъ. Въ состояніи столбняка достигается наибольшее укороченіе мышцы; въ этомъ состояніи мышца можетъ совершить наибольшую работу, но опасность, какъ мы видѣли, заключается въ томъ, что столбнякъ, если онъ долго продолжается, влечетъ за собой утомленіе или даже полное изнеможеніе, параличъ мышцы.

IV.

Сокращеніе мышцъ въ живомъ тѣлѣ.—Роль нервовъ.—Условія правильной дѣятельности мышцъ.—Значеніе упражненія.—Послѣдствія бездѣятельности.—Трупное окоченіе: его причина.

Говоря о дѣятельности мышцъ, я до сихъ поръ совершенно не касался вопроса, который, быть можетъ, больше всего Васъ интересуетъ: какъ происходитъ работа мышцъ въ живомъ тѣлѣ? Вѣдь для того, чтобы мышца сократилась, она должна предварительно получить раздраженіе. Откуда же мышцы, напримѣръ, нашихъ губъ, языка, лица, получаютъ раздраженіе въ то время, какъ мы говоримъ, или что раздражаетъ двуглавую мышцу плеча, когда, сокращая ее, мы сгибаемъ руку въ локтѣ?

Въ каждой мышцѣ Вы находите бѣлесоватыя нити—нервные волокна, соединяющіяся въ толстые пучки, такъ называемые нервные стволы. Если Вы будете слѣдить за ходомъ этихъ стволовъ, они приведутъ Васъ черезъ особыя отверстія въ позвоночный каналъ и полость черепа, гдѣ въ массѣ мозга они теряются. Здѣсь то, въ головномъ или спинномъ мозгу, и рождаются раздраженія, которыя, несясь по нервнымъ стволамъ и ихъ развѣтвленіямъ, достигаютъ мышцъ и вызываютъ ихъ сокращеніе.

Такимъ образомъ мышцу съ находящимися въ ней легко распадающимися, органическими горючими веществами (бѣлокъ, гликогенъ) можно сравнить съ пороховымъ погребомъ: какъ порохъ снаружи спокоенъ и не проявляетъ таящейся въ немъ разрушительной силы, пока не коснется его искра, такъ и мышца сохраняетъ покой до тѣхъ поръ, пока своего рода искра (особое, неизвѣстное намъ, раздраженіе) не вспыхнетъ гдѣ-либо въ спинномъ или головномъ мозгу и, пробѣжавъ по фитилю—нервной нити, не достигнетъ мышечныхъ волоконъ. И какъ искра, попавъ въ порохъ, вызываетъ взрывъ и служитъ толчкомъ къ проявленію силъ, такъ и раздраженіе, будучи сообщено мышцѣ, вызываетъ распадъ, горѣніе

органическихъ тѣлъ, образованіе теплоты, которая преобразуется въ другую силу — силу движенія, силу мышечнаго сокращенія ¹⁾.

Дѣятельность мышечной ткани имѣетъ огромное значеніе въ жизни нашего тѣла. Благодаря работѣ мышцъ мы приводимъ въ движеніе отдѣльныя части нашего тѣла и въ состояніи передвигать все тѣло; вообще, всюду, гдѣ въ тѣлѣ происходитъ движеніе, гдѣ нуженъ двигатель, — на сцену выступаютъ мышцы: мышца сердца толкаетъ кровь, мышцы желудка и кишокъ передвигаютъ пищу, мышца матки изгоняетъ плодъ, мышца мочевого пузыря выталкиваетъ мочу и т. д. ²⁾.

Такимъ образомъ мышцы — это армія рабочихъ, которыми располагаетъ нашъ организмъ. И въ высшей степени важно знать, какія условія необходимы для того, чтобы эта армія могла хорошо выполнять возложенныя на нее обязанности. То, что Вамъ извѣстно, позволяетъ Вамъ установить эти условія. Такъ какъ всякое мышечное сокращеніе въ живомъ тѣлѣ вызывается раздраженіемъ, идущимъ по нервамъ, то, очевидно, цѣлость нервныхъ путей, ведущихъ къ мышцѣ, есть необходимое условіе ея дѣятельности. Далѣе, такъ какъ въ горѣніи органическихъ веществъ заключается, какъ мы говорили, источникъ мышечной силы, и такъ какъ матеріалъ, необходимый для горѣнія, поставляется кровью, то ясно, что хорошій

¹⁾ Въ работающей мышцѣ, помимо силы движенія и теплоты, проявляется, какъ результатъ происходящихъ въ ней химическихъ процессовъ, еще сила электрическая. Во время сокращенія въ мышцѣ возникаютъ электрическіе токи различной силы. Въ совершенно покойной, неповрежденной мышцѣ, равно какъ въ мертвой мышцѣ, электрическаго тока нельзя обнаружить. Но поврежденіе мышцы или умираніе ея сопровождается возникновеніемъ электрическаго тока. Не нужно, однако, думать, что эти явленія характерны только для мышечной ткани и лишь ей присущи. Электрическіе токи возникаютъ и въ нервахъ, и въ кожѣ, и въ другихъ частяхъ животнаго организма; болѣе того, ихъ удалось обнаружить и въ нѣкоторыхъ частяхъ растений (напр., въ клубнѣ картофеля).

²⁾ Надо замѣтить, что каждое сокращеніе нашихъ мышцъ представляетъ собой не единичное сокращеніе, а цѣлый рядъ быстро слѣдующихъ другъ за другомъ сокращеній, такъ какъ по нервамъ быстро несутся одно за другимъ раздраженія. Говоря иначе, сокращеніе нашихъ мышцъ представляетъ собой быстро проходящій тетанусъ; наши мышцы получаютъ какъ бы рядъ толчковъ и въ отвѣтъ также толчками сокращаются. Но извѣстно, что дрожаніе или толчкообразное колебаніе любого тѣла вызываетъ всегда извѣстный звукъ. Вотъ почему и каждое сокращеніе нашихъ мышцъ сопровождается звукомъ, такъ называемымъ мышечнымъ топомъ, въ существованіи котораго мы можемъ убѣдиться, стиснувъ, наприкладъ, въ ночной тишинѣ свои зубы: мы услышимъ тогда звукъ, происходящій отъ сокращенія жевательныхъ мышцъ.

составъ крови и правильное кровообращеніе являются вторымъ существеннымъ условіемъ правильной дѣятельности мышцъ.

Третьимъ важнымъ условіемъ здоровой дѣятельности мышцъ является упражненіе. Мышца, которая работаетъ, которая упражняетъ свои силы, хорошо питается, потому что къ работающей мышцѣ приливаетъ въ большомъ количествѣ кровь. Здѣсь сказывается одинъ изъ основныхъ и, быть можетъ, самыхъ поучительныхъ законовъ жизни нашего тѣла, который даетъ ключъ къ пониманію многихъ жизненныхъ явленій и который я хотѣлъ бы запечатлѣть въ Вашей памяти: все, что работаетъ, пользуется въ нашемъ тѣлѣ особымъ уходомъ, получаетъ въ изобиліи питательный матеріалъ. Такъ и работающая мышца получаетъ чрезъ посредство крови въ такомъ изобиліи питательныя (органическія) вещества, что ихъ не только хватаетъ на происходящее въ ней усиленное горѣніе, но часть ихъ остается, откладывается въ мышечныхъ клѣткахъ, служа матеріаломъ для роста. Усиленный же ростъ клѣтокъ приводитъ къ ихъ размноженію, къ увеличенію числа мышечныхъ волоконъ, къ утолщенію мышцъ. Наоборотъ, если мышца въ теченіе продолжительнаго времени остается въ бездѣятельномъ состояніи, она плохо питается, хирѣетъ, атрофируется.

Въ упражненіи и бездѣятельности коренится, такимъ образомъ, причина и того удивительнаго развитія и тонкой работоспособности, которыхъ достигаютъ мышцы у атлета, или специально мускулы ногъ у танцора, или мышцы кисти у пѣаниста, и, наоборотъ, хлоссть и вялость мускулатуры у людей, отдающихъ исключительно умственной дѣятельности и совершенно пренебрегающихъ физическими упражненіями. Понятно поэтому то огромное значеніе, которое имѣютъ для правильнаго развитія и укрѣпленія мышцъ разумная гимнастика и физическій трудъ. Съ другой стороны для Васъ должно быть также ясно, что чрезмѣрное физическое напряженіе и нецѣлесообразная гимнастика, не считающаяся съ естественной выносливостью мышцъ и съ ея фізіологической потребностью въ отдыхѣ, можетъ привести къ самымъ пагубнымъ послѣдствіямъ: къ переутомленію, къ истощенію мышечной силы и накопленію въ организмѣ ядовитыхъ веществъ (продуктовъ распада). Здѣсь же будетъ умѣстнымъ отмѣтить прочно установленный многими изслѣдованіями фактъ поразительнаго уменьшенія мышечной силы подъ вліяніемъ продолжительнаго умственнаго напряженія. Такимъ образомъ, фізіологія даетъ научное объясненіе явленію, давно отмѣченному нашей жизнью, а именно, что односторонняя умственная работа, поглощающая при современныхъ условіяхъ у

дѣтей школьнаго возраста большую часть дня, вдвойнѣ вредно отражается на физическомъ состояніи учащихся, такъ какъ ихъ мышечная ткань страдаетъ въ своемъ питаніи и вслѣдствіе отсутствія достаточнаго и разумнаго упражненія, и вслѣдствіе угнетающаго вліянія умственнаго труда.

Итакъ, основными условіями здоровой дѣятельности мышцъ являются: 1) цѣлостъ нервовъ, 2) хорошій составъ крови и правильное кровообращеніе и 3) разумное упражненіе. Изложеніе физиологій мышечной ткани я закончу указаніемъ на то особое состояніе, въ которомъ находятся мышцы послѣ смерти. Это состояніе извѣстно подъ названіемъ трупнаго окоченѣнія: мышцы дѣлаются твердыми, какъ бы судорожно сокращенными, легче иногда разорвать мышцу, чѣмъ вывести ее изъ ея положенія. Трупное окоченѣніе обусловливается свертываніемъ находящагося въ мышцахъ бѣлка—міозина: послѣ смерти образуются въ мышцѣ особыя вещества (кислоты), которыя вызываютъ его свертываніе. Трупное окоченѣніе наступаетъ обыкновенно спустя 2—5 часовъ послѣ смерти. Окоченѣніе наступаетъ особенно быстро въ тѣхъ случаяхъ, когда смерти предшествовали энергичныя сокращенія мышцъ (напримѣръ, судороги при столбнякѣ или холерѣ и т. п.); поэтому изъ всѣхъ мышцъ сердечная мышца раньше и сильнѣе коченѣетъ. Дичь, загнанная во время охоты, можетъ окоченѣть въ нѣсколько минутъ.

Спустя нѣсколько дней, когда начинается гніеніе, въ мышцѣ образуются новыя вещества, которыя растворяютъ свернувшійся міозинъ, и явленія окоченѣнія исчезаютъ.

ФИЗИОЛОГІЯ КОСТНОЙ ТКАНИ.

Въ противоположность дѣятельной роли рабочей арміи, которую выполняетъ въ нашемъ тѣлѣ мышечная ткань, роль костной ткани исключительно пассивная. Прежде всего кости, число которыхъ очень значительно (свыше 200), объединенныя множествомъ связей въ одно стройное зданіе, образуютъ фундаментъ, или остовъ для нашего тѣла: къ нимъ прикрѣпляются всѣ мягкія части, онѣ придаютъ организму прочность и устойчивость. вмѣстѣ съ тѣмъ онѣ предохраняютъ самыя важныя и нѣжныя части организма отъ возможности случайныхъ поврежденій, образуя для нихъ полости—ящики или каналы: сердце и легкія, напр., заключены въ (костной) грудной клѣткѣ, мозгъ въ черепномъ ящикѣ и позвоночномъ каналѣ. Такому назначенію вполне отвѣчаютъ основныя качества костной ткани—ея плотность и необыкновенная прочность, которыя, впрочемъ, не исключаютъ извѣстной гибкости. Оба эти качества—прочность и гибкость—обусловливаются особенностями матеріала, изъ котораго построена костная ткань. Матеріалъ этотъ существенно отличается отъ матеріала, изъ котораго построены другія ткани. Въ то время, какъ остальные ткани нашего тѣла состоятъ, помимо воды, главнымъ образомъ изъ органическихъ веществъ,—масса костной ткани ($\frac{2}{3}$) составляютъ неорганическія (минеральныя) соли: соединеніе извести съ фосфоромъ и мѣль, и только $\frac{1}{3}$ образуетъ органическое вещество (оссеинъ).

Если подвергать кость дѣйствию сильнаго жара, то органическая часть ея сгоритъ, и останется зола — бѣлая разсыпчатая масса, состоящая изъ неорганическихъ веществъ. Обратное произойдетъ, если вымачивать кость въ теченіе нѣсколькихъ дней въ растворъ соляной кислоты: тогда минеральныя соли растворяются, остается органическое вещество (хрящъ) въ видѣ очень мягкой и гибкой массы, сохраняющей первоначальную форму обрабатываемой кости. Отсюда слѣдуетъ, что своей твердостью и хрупкостью кости обязаны входящимъ въ ихъ составъ негоряемымъ веществамъ, образующимъ золу, т. е. минеральнымъ солямъ, а гибкостью и мяг-

костью сгораемой части, т. е. органическому веществу. Факты эти объясняютъ намъ, почему у дѣтей, страдающихъ т. наз. англійской болѣзью (рахитъ), кости (позвоночный столбъ, ребра, кости черепа и др.) отличаются мягкостью, доходящей иногда до того, что у ребенка при лежаніи даже на подушкѣ вдавливаются затылокъ, а у стариковъ, наоборотъ, кости становятся хрупкими, такъ что порой достаточно незначительнаго паденія или ушиба, чтобы у нихъ произошелъ опасный иногда для жизни переломъ кости. Эти рѣзкія и противоположныя измѣненія въ свойствахъ костной ткани зависятъ отъ рѣзкихъ противоположныхъ въ обоихъ случаяхъ отклоненій отъ ея нормальнаго состава: при рахитѣ известковыя соли откладываются въ костяхъ въ недостаточномъ количествѣ, и кости, бѣдныя солями, теряютъ свою твердость; въ старческомъ же возрастѣ идетъ разрушеніе хряща, и кости, и онѣ, обѣднѣвъ органическимъ веществомъ, теряютъ свою мягкость и становятся ломкими.

Если прочность и гибкость являются необходимыми качествами, безъ которыхъ кости не могли бы успѣшно выполнять свое назначеніе—служить для тѣла устойчивымъ фундаментомъ и гибкой основой, то третье ихъ свойство,—сравнительная легкость,—также въ высшей степени цѣнно и выгодно для организма. Вѣдь не надо забывать, что всю массу костей, все это сложное зданіе, должны выносить на своихъ плечахъ мышцы, силы которыхъ необходимо шадить. И природа ихъ дѣйствительно шадитъ. Изучая строеніе костной ткани, мы знакомимся съ цѣлымъ рядомъ особенностей, которыя облегчаютъ ея вѣсъ, не нанося ущерба ея прочности. Прежде всего, внутри „длинныхъ“ костей (бедря, голени, плеча и т. п.) мы находимъ полость, которая тянется по всему протяженію кости, не распространяясь только на расширенныя концы (эпифизы).

Полость эта выполнена т. наз. костнымъ мозгомъ, самымъ легкимъ веществомъ въ нашемъ тѣлѣ, состоящимъ изъ жира и крови *). Кромѣ того, вся кость пронизана каналами и каналцами, (Гаверсовы каналы, въ которыхъ проходятъ питающіе кость кровеносные сосуды, и т. наз. костныя трубочки), также облегчающими ея вѣсъ. Концы длинныхъ костей (эпифизы), равно какъ всѣ плоскія и короткія кости (лопатка, кости запястья и др.), построены не изъ сплошной (компактной) костной массы, а изъ густой сѣти костныхъ перекладинъ, заключающей въ своихъ промежуткахъ костный мозгъ. Такое губчатое строеніе, безъ сомнѣнія, также не мало уменьшаетъ вѣсъ кости. Не нужно при этомъ думать, что

*) У птицъ, для которыхъ при полетѣ особенно важно уменьшеніе тяжести костей, эта полость наполнена воздухомъ.

описанное устройство длинныхъ костей на подобіе полыхъ трубокъ и губчатое строеніе эпифизовъ и короткихъ костей нарушаютъ ихъ прочность. Нисколько: какъ учитъ современная механика, полые трубки даже прочнѣе сплошныхъ при одномъ и томъ же количествѣ матеріала, поэтому при различныхъ сооруженіяхъ примѣняются полые желѣзные столбы и трубы вмѣсто массивныхъ. Что же касается петлистаго, губчататаго строенія костной ткани, то и оно не идетъ въ ущербъ прочности, такъ какъ перекладины расположены въ опредѣленномъ направленіи, какъ въ современныхъ американскихъ ж.-дорожныхъ мостахъ, съ тѣмъ расчетомъ, чтобы при наименьшей тратѣ матеріала достигнуть наибольшей устойчивости и выносливости. Такимъ образомъ задача совмѣщенія въ костяхъ крѣпости, гибкости и легкости природой блестяще разрѣшена.

Мы выяснили особенности и значеніе костной ткани, какъ фундамента для тѣла; этимъ, однако, не исчерпывается ея роль. Служа прочной основой, къ которой прикрѣплены мышцы, кости служатъ опорными палками (рычагами), облегчающими работу мышцъ. Кости—это орудія, рычаги, посредствомъ которыхъ мышцы поднимаютъ тяжесть безразлично, является-ли эта тяжесть частью собственнаго тѣла (напр. при сгибаніи локтя двуглавая мышца, сокращаясь, поднимаетъ тяжесть предплечья и кисти со всѣми находящимися на нихъ мягкими частями), или же внѣшнимъ тѣломъ, грузомъ. Въ рычагѣ, съ которымъ Вы хорошо знакомы по примѣненію его въ обыденной жизни и который входитъ въ составъ каждой движущей машины, различаютъ (см. рис. 8): точку, гдѣ приложенъ грузъ (I), точку, на которую дѣйствуетъ сила (точка приложенія силы C), и неподвижную точку, вокругъ которой вращается рычагъ точку опоры (O). Извѣстно, что, желая поднять посредствомъ рычага грузъ, мы въ цѣляхъ облегченія своего труда налагаемъ на точку, возможно дальше отстоящую отъ точки опоры (см. рис. 8, I). Если же, наоборотъ, силу приложить къ точкѣ близкой отъ опорнаго пункта, а грузъ помѣстить на противоположномъ концѣ, тогда силу придется употребить большую, но зато разстояніе, пробѣгаемое грузомъ, его размахъ, соотвѣтственно увеличится (ср. рис. 8, II). Итакъ, мы видимъ, что при помощи рычага можно достигнуть или экономіи силы, или увеличенія размаха движенія.

Приложимъ эти разсужденія къ костямъ, которыя мы назвали рычагами нашего тѣла. Точками опоры ихъ будутъ тѣ сочлененія въ которыхъ происходитъ ихъ движеніе, силами, дѣйствующими на нихъ, будутъ мышцы, и точками приложенія этихъ силъ будутъ тѣ пункты на костяхъ, къ которымъ мышцы прикрѣплены, а грузами или сопротивленіями являются тѣ части тѣла или тяжести, которыя

нашимъ мышцамъ, при ихъ сокращеніи, приходится поднимать или приводить въ движеніе. Какая же цѣль достигается въ нашемъ тѣлѣ дѣйствіемъ костей, этихъ живыхъ рычаговъ? Изъ двухъ указанныхъ выше—какая является господствующей? Можно было бы думать, что исключительнымъ предметомъ стремленій природы въ данномъ случаѣ является экономія мышечной силы, но одного взгляда на карту человѣческой мускулатуры достаточно, чтобы убѣдиться, что это не всегда такъ. Мы замѣчаемъ, что значительное число мышцъ конечностей (сгибатели и разгибатели) прикреплены очень близко къ сочлененіямъ, т. е. очень близко къ точкамъ опоры нашихъ костей—рычаговъ; грузы (самыя конечности, приво-

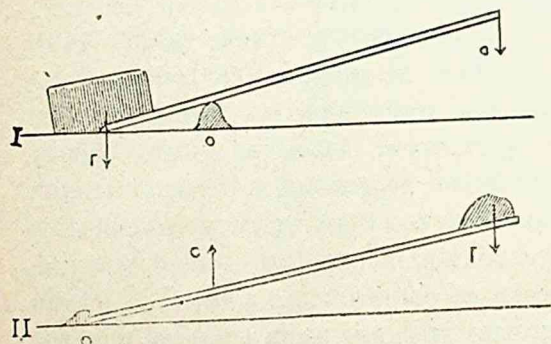


Рис. 8. О—точка опоры; Г—грузъ; С—точка приложения силы.

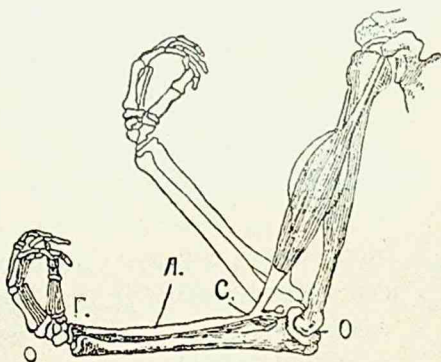


Рис. 9. Л—лучевая кость рычагъ; Г—грузъ руки. С—точка прикрепления двуглавой мышцы (точка приложения силы). О — локтевой сустав (точка опоры).

димыя въ движеніе: напр., предплечье и кисть) наоборотъ, расположены дальше отъ точки опоры (см. рис. 9). Такимъ устройствомъ, очевидно, достигается не экономія мышечной силы, а объемъ, или размахъ человѣческихъ движеній. Здѣсь мы видимъ подтвержденіе той истины, что природа не слѣдуетъ всюду одному неизмѣнному шаблону, а всегда приспосабливается къ жизненнымъ условіямъ. Въ самомъ дѣлѣ, при обычныхъ условіяхъ сила нашихъ мышцъ очень значительна въ сравненіи, и поэтому экономія силы въ данномъ случаѣ не представляла бы для организма особой выгоды; наоборотъ, достигаемые въ нашемъ тѣлѣ размахъ и плавность движеній удовлетворяютъ не только требованіямъ удобства, но и красоты, стремленіе къ которой присуще какъ природѣ, такъ и ея совершеннѣйшему творенію—человѣку.

ФИЗИОЛОГІЯ НЕРВНОЙ ТКАНИ.

Прежде чѣмъ приступить къ изложенію строенія и дѣятельности нервной ткани, я попытаюсь въ общихъ чертахъ обрисовать ту огромную роль, которую играетъ эта ткань въ нашей жизни. Вы знаете уже, что ни одно движеніе не совершается въ нашемъ тѣлѣ безъ участія нервовъ. Начиная со слабого, едва уловимаго дрожанія мышцъ на нашемъ лицѣ, и кончая такими сложными актами, какъ глотаніе, въ которомъ принимаютъ участіе цѣлыя группы мышцъ, всюду нервной ткани принадлежитъ руководящая роль. Но не только всѣ наши движенія связаны съ дѣятельностью нервной ткани, всевозможныя чувства, которыя мы переживаемъ: радость, горе, любовь, ненависть, восторгъ, презрѣніе и т. д.—зарождаются въ нервномъ веществѣ. И этимъ не исчерпывается дѣятельность нервной ткани. Она въ нашемъ тѣлѣ исполняетъ ту же службу, какую выполняетъ телеграфъ въ государствѣ. Какъ телеграфъ, при помощи своихъ проволокъ, второстепенныхъ и главныхъ станцій соединяетъ отдаленные пункты страны и даетъ имъ возможность жить одной жизнью, такъ и нервная ткань при помощи своихъ клѣтокъ и волоконъ соединяетъ всѣ части тѣла и сообщаетъ нашей жизни гармонію и единство.

Далѣе, нервная ткань исполняетъ роль посредницы между нами и природой. Окружающій насъ міръ, полный звуковъ, красокъ, запаховъ, этотъ огромный міръ, поражающій насъ разнообразіемъ и красотой своихъ формъ, остался бы для насъ непонятной книгой, написанной на невѣдомомъ языкѣ, если бы мы не обладали нервной системой. Въ раскрытой передъ нами книгѣ природы мы только потому и умѣемъ разбираться, что нервная система истолковываетъ ее намъ, доводя до нашего сознанія все, что кругомъ творится, на понятномъ для насъ языкѣ.

Итакъ, велико и разнообразно значеніе нервной ткани: она вызываетъ и направляетъ наши движенія, въ ней зарождаются наши ощущенія и чувства, она устанавливаетъ тѣсную связь между всѣми частями нашего тѣла, и, наконецъ, она является посредницей

между нами и вѣшнимъ міромъ. Какимъ образомъ нервная система выполняетъ свои сложныя обязанности—выясненію этого вопроса будутъ посвящены наши слѣдующія бесѣды.

1.

Подраздѣленіе нервной системы на центральную и периферическую.—Понятіе о нейронѣ.—Строеніе нервной клѣтки.—Строеніе нервного волокна.—Проводимость, какъ основное физиологическое свойство нервного волокна.—Дѣленіе нервныхъ волоконъ на центростремительныя (чувствительныя) и центробѣжныя (двигательныя).—Условія нормальной дѣятельности нервныхъ волоконъ.—Законъ изолированной проводимости.

Нервную систему подраздѣляютъ на центральную и периферическую: центральной называютъ массу мозга, заключенную въ позвоночномъ каналѣ и полости черепа и образующую головной и спинной мозгъ; периферической называютъ нервные стволы, выходящіе изъ головного и спинного мозга. Мозгъ (головной и спинной) состоитъ изъ нервныхъ клѣтокъ и ихъ отростковъ, вѣтвящихся и невѣтвящихся, короткихъ и длинныхъ. Что касается нервныхъ стволовъ, то они составлены изъ связанныхъ между собой пучковъ нервныхъ волоконъ; каждое волокно составлено изъ волоконца, а каждое волокноце является продолженіемъ какой-либо нервной клѣтки, находящейся въ головномъ или спинномъ мозгу.—Такимъ образомъ вся нервная система построена, какъ Вы видите, изъ нервныхъ клѣтокъ и ихъ продолженій, или отростковъ, а такъ какъ нервная клѣтка со всѣми ея отростками получила названіе **нейрона**, то мы можемъ сказать, что вся нервная система построена изъ **нейроновъ**.

Скажемъ нѣсколько словъ о строеніи нервной клѣтки. Она состоитъ изъ протоплазмы, ядра и ядрышка; нѣкоторыя нервныя клѣтки (въ спинномъ мозгу быка) достигаютъ большихъ размѣровъ и видимы даже простымъ глазомъ, другія—небольшія, бѣдны протоплазмой. Часто въ нервныхъ клѣткахъ находятся мелкія зернышки, окрашенныя въ желтый или коричневый цвѣтъ. Отъ нервной клѣтки обыкновенно отходятъ нѣсколько отростковъ, развѣтвляющихся и образующихъ тонкую сѣть (дендриты), но одинъ изъ отростковъ (невритъ) не вѣтвится, а продолжается въ видѣ шнура, образуя нервное волокно. Этотъ невѣтвящійся отростокъ (нервное волокно) можетъ быть короткимъ, если онъ направляется отъ одной нервной клѣтки къ другой, находящейся по близости, или же очень длиннымъ, если онъ, начинаясь отъ нервной клѣтки, находящейся, на

примѣръ, гдѣ-либо въ спинномъ мозгу, оставляетъ послѣдній и, выйдя черезъ межпозвоночное отверстіе, направляется въ составъ нервнаго ствола къ какой-либо удаленной мышцѣ.

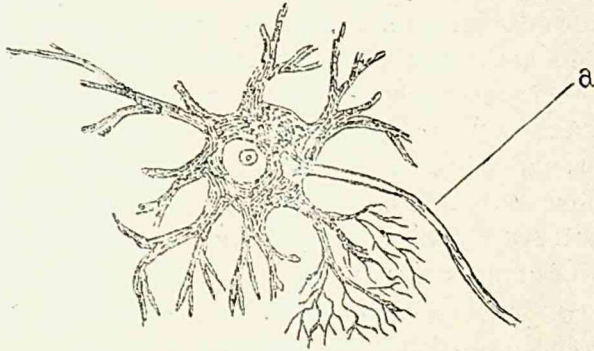


Рис. 10. Нервная клѣтка.
а—Нервующійся отростокъ, дающій начало
нервному волокну (невриту).

Хотя нервные волокна, какъ Вы видите, представляютъ собой продолженія, вытянутые отростки нервныхъ клѣтокъ, тѣмъ не менѣе и по своему строенію, и по свойствамъ нервныя клѣтки и волокна рѣзко отличаются другъ отъ друга. Такъ какъ дѣятельность нервной ткани складывается изъ дѣятельности нервныхъ волоконъ и нервныхъ клѣтокъ, то мы изучимъ отдѣльно свойства тѣхъ и другихъ. Начнемъ съ нервныхъ волоконъ.

Прежде всего нѣсколько словъ о строеніи нервного волокна. Въ центрѣ каждаго нервного волокна, по всему его протяженію, проходитъ, нигдѣ не прерываясь, тонкая нить, состоящая изъ бѣлковаго вещества; это такъ называемый **осевой цилиндръ**. Какъ фитиль въ свѣчѣ, такъ осевой цилиндръ въ нервномъ волокнѣ окруженъ веществомъ, состоящимъ главнымъ образомъ изъ жира и образующимъ мякотную оболочку; снаружи отъ мякотной оболочки идетъ тонкая нѣжная пленка, такъ называемая **Шванновская оболочка**. Но послѣднія 2 оболочки—мякотная и Шванновская—могутъ отсутствовать, осевой же цилиндръ находится въ каждомъ волокнѣ: онъ представляетъ собой существеннѣйшую часть нервного волокна.

Какова роль нервного волокна? Каковы его свойства?

Подобно мышечному волокну, подобно всякой живой клѣткѣ, нервное волокно отличается раздражимостью. Нервное волокно можно раздражать тѣми же разнообразными способами, какъ и мышечное: ударомъ, давленіемъ, электрическимъ токомъ и такъ далѣе. И подобно мышечной клѣткѣ, нервное волокно подѣ вліяніемъ раздра-

женія приходитъ также въ состояніе возбужденія, но въ то время, какъ у мышцы это возбужденіе выражается въ томъ, что она въ отвѣтъ на раздраженіе сокращается, то есть измѣняетъ на нашихъ глазахъ свою форму, въ нервномъ волокнѣ, получившемъ раздраженіе, не происходитъ никакихъ видимыхъ измѣненій. Нервное волокно ограничивается тѣмъ, что полученное въ какомъ-либо мѣстѣ раздраженіе оно передаетъ дальше, по своему протяженію. Оно является такимъ образомъ послушнымъ передатчикомъ, проводникомъ раздраженія, и въ этомъ заключается его дѣятельность, его роль въ нашемъ организмѣ.

Проводимость, слѣдовательно, есть основное физиологическое свойство нервного волокна. Если вырѣзать изъ тѣла лягушки вмѣстѣ съ мышцей нервъ, оканчивающійся въ ней, и раздражать его, напримѣръ, электрическимъ токомъ, то это раздраженіе вдоль нерва передается мышцѣ, и послѣдняя сократится. Равнымъ образомъ можно и въ живомъ человѣческомъ тѣлѣ, раздражая черезъ кожу посредствомъ электричества поверхностно лежащіе нервы, вызывать сокращенія мышцъ, въ которыхъ эти нервы оканчиваются ¹⁾.

Итакъ, нервное волокно является только передатчикомъ раздраженія. Въ самомъ волокнѣ раздраженіе не рождается, нервное волокно получаетъ его всегда изъ какого-либо источника и, получивъ, передаетъ, не измѣняя его, дальше по ходу своему. Но откуда, въ такомъ случаѣ, нервнымъ волокномъ получаютъ въ живомъ тѣлѣ раздраженія, и куда эти послѣднія передаются? Одни нервные волокна получаютъ раздраженія съ поверхности тѣла (кожи) и органовъ и несутъ ихъ вплоть до нервныхъ клѣтокъ головного и спинного мозга; эти волокна проводятъ, слѣдовательно, раздраженія отъ поверхности тѣла къ центральной нервной системѣ; они получили названіе **центростремительныхъ**; ихъ называютъ еще чувствительными, потому что раздраженія, передаваемые ими въ клѣтки головного мозга, преобразуются тамъ въ ощущенія, или чувства (боли, осязанія, запаха и прочія). Другія волокна получаютъ раздраженія отъ нервныхъ клѣтокъ головного или спинного мозга и несутъ ихъ къ поверхности тѣла; они называются **центробѣжными**; ихъ называютъ еще двигательными, потому что они оканчиваются въ мышцахъ ²⁾, которыя, получая чрезъ ихъ посредство раздраженія, сокращаются. Чувствительныя и двигательныя волокна ничѣмъ не отличаются другъ отъ друга ни въ строеніи своемъ, ни въ свойствахъ.

¹⁾ На этомъ основано лѣчебное примѣненіе электричества при параличахъ.

²⁾ Впослѣдствіи Вы узнаете, что центробѣжныя волокна оканчиваются не только въ мышцахъ, но и въ железахъ.

Все различіе заключается только въ направленіи, въ которомъ тѣ и другія проводятъ въ нашемъ тѣлѣ раздраженія: въ то время, какъ центrostремительныя, или чувствительныя, волокна проводятъ раздраженіе отъ поверхности тѣла къ центральной нервной системѣ, центробѣжныя, или двигательныя, волокна проводятъ раздраженіе отъ центральной нервной системы къ поверхности тѣла (къ мышцамъ). Все до сихъ поръ изложенное заставляеть насъ смотрѣть на нервныя волокна, какъ на передаточный аппаратъ, связующій центральную нервную систему съ поверхностью тѣла и его органами. Они выполняютъ, слѣдовательно, въ нашемъ тѣлѣ ту же роль, какую проволоки въ телеграфѣ. Для Васъ, однако, должно быть ясно, что хотя дѣятельность нервныхъ волоконъ носить не самостоятельный, а посредническій характеръ, тѣмъ не менѣе значеніе этой дѣятельности для организма огромно. Вѣдь въ концѣ концовъ вся наша жизнь складывается изъ движеній мышцъ съ одной стороны, изъ чувствъ и мыслей—съ другой. И вотъ, стоитъ двигательнымъ волокнамъ потерять способность проводить раздраженіе, и всякое движеніе въ тѣлѣ пріостановится, такъ какъ мышцы, не получая приказовъ, перестанутъ сокращаться; пусть чувствительныя волокна потеряютъ свою проводимость — и къ нервнымъ клѣткамъ головного мозга перестанутъ притекать тѣ разнообразныя ощущенія (болевая, зрительныя, осязательныя и пр.), своего рода сигналы, безъ которыхъ невозможно зарожденіе чувствъ и мыслей, составляющихъ все богатство нашей духовной жизни. Такимъ образомъ, повторяю, при всей своей несамостоятельности, нервныя волокна несутъ въ нашемъ тѣлѣ въ высшей степени отвѣтственную службу, и важно, конечно, ближе опредѣлить особенности и условія ихъ нормальной дѣятельности.

Прежде всего слѣдуетъ отмѣтить, что нервное волокно, цѣлость котораго нарушена (при раненіи, напимѣръ) или повреждена (вслѣдствіе, напимѣръ, сильнаго давленія на него или прижатія), теряетъ способность навсегда или на нѣкоторое время проводить раздраженія. Такъ, напимѣръ, давленіе беременной матки на сѣдалищный нервъ вызываетъ иногда потерю послѣднимъ проводимости и, какъ результатъ этой потери, параличъ нижней конечности.

Итакъ, цѣлость и невредимость нервнаго волокна—основное условіе его нормальной дѣятельности.

Другимъ важнымъ условіемъ правильной дѣятельности нервовъ является хорошее питаніе, иначе говоря, достаточное снабженіе его кровью, правильное кровообращеніе. Правда,

нервъ не производитъ такой работы, какъ мышца, въ немъ не происходитъ такое усиленное горѣніе, какъ въ мышцѣ, тѣмъ не менѣе и онъ для своей дѣятельности нуждается въ непрерывной доставкѣ O и питательныхъ веществъ и въ освобожденіи отъ накапливающихся въ немъ продуктовъ горѣнія. Если сѣдалищный нервъ лягушки помѣстить въ атмосферу, лишенную кислорода, онъ черезъ нѣсколько часовъ „задыхается“, то есть теряетъ свои жизненные свойства: возбудимость и проводимость; притокъ кислорода уже въ теченіе 3—10 минутъ восстанавливаетъ его дѣятельность. Опытъ этотъ доказываетъ, что жизнь и работа нерва, какъ и всякой живой кѣтки человѣческаго тѣла, сопровождается процессомъ горѣнія, для котораго необходимъ постоянный притокъ O *).

Если, такимъ образомъ, хорошее питаніе необходимо для дѣятельности нерва, какъ и для работы мышцы, то въ одномъ отношеніи существуетъ здѣсь рѣзкое отличіе, характерное не только для нервныхъ стволовъ, но и для всей нашей нервной системы. Дѣло въ томъ, что недостаточное питаніе сначала повышаетъ возбудимость нервовъ, и у малокровныхъ людей мы часто въ жизни встрѣчаемся съ проявленіями этой повышенной возбудимости (раздражительность, повышенная болевая чувствительность и т. п.). Необходимо, однако, имѣть въ виду, что эта повышенная возбудимость—лишь ступень, ведущая къ пониженію и истощенію нервной энергіи, и поэтому бороться съ ней слѣдуетъ, конечно, не средствами ослабляющими, а, наоборотъ, укрѣпляющими организмъ и улучшающими его питаніе.

Какъ важную особенность въ дѣятельности нервныхъ волоконъ надо отмѣтить то, что получаемыя раздраженія нервное волокно проводитъ только вдоль, по своему протяженію, не передавая на сосѣднія волокна, лежащія тутъ же въ одномъ нервномъ стволѣ. Это свойство получило названіе закона изолированной проводимости нервовъ.

Такой способъ проведенія раздраженія имѣетъ огромное практическое значеніе, которое станетъ яснымъ для Васъ изъ слѣдующихъ примѣровъ. Предположимъ, что я укололъ булавкой какое-либо мѣсто кожи моего пальца. Этотъ уколъ сообщитъ раздраженіе оканчивающемуся въ этомъ пунктѣ чувствительному нервному волоконцу, вдоль волоконца раздраженіе распространится и достигнетъ нервной кѣтки спинного мозга, той кѣтки, невритомъ которой

*) Въ нервѣ, во время его возбужденія, какъ и въ мышцѣ, во время работы, образуется электричество. Электрическая сила проявляется въ нервѣ (подобно мышцѣ) и при умираиіи его и при поврежденіи.

данное волоконецъ является. Пройдя такимъ образомъ одинъ нейронъ, раздраженіе по новому нейрону изъ спинного мозга потечетъ дальше, по пути, который мы изучимъ, пока не передастся нервной клѣткѣ головного мозга, гдѣ оно, наконецъ, превратится въ ощущение, которое мы называемъ болью. Если бы на этомъ длинномъ пути раздраженіе съ одного волокнца передалось на всѣ рядомъ лежащія сосѣднія волокна, тогда, очевидно, въ головномъ мозгу ощущеніе боли возникло бы не въ одной, а во множествѣ клѣтокъ. Получилось бы то же самое, что произошло бы, если бы былъ сдѣланъ не одинъ уколъ, а множество уколовъ, такъ какъ и въ послѣднемъ случаѣ раздраженіе потекло бы по многимъ волокнамъ и достигло бы многихъ нервныхъ клѣтокъ головного мозга. Такимъ образомъ, если бы наши нервныя волокна не обладали способностью проводить раздраженіе только вдоль, одинъ уколъ булавкой произвелъ бы ощущеніе, словно произведены тысячи уколовъ, и мы не знали бы, въ какомъ мѣстѣ произведенъ уколъ. Можно придумать и другіе примѣры, показывающіе, на какую спутанность въ представленіяхъ мы были бы обречены, если бы нервныя волокна не обладали способностью къ изолированной проводимости. Эта спутанность была бы подобна той, которая произошла бы на телеграфѣ, если бы электрическіе токи, идущіе съ извѣстной станціи, съ одной проволоки передались бы на всѣ протянутые провода, и такимъ образомъ телеграмма была бы получена одновременно на множествѣ станцій.

II.

Неутомляемость нерва. — Скорость проведенія раздраженія по двигательнымъ и чувствительнымъ нервнымъ волокнамъ. — Питательное (трофическое) значеніе нервной клѣтки для перваго волокна. — Перерожденіе и возрожденіе нервныхъ волоконъ.

Вы помните, что характерной чертой мышцы является ея утомляемость. Нерву эта черта свойственна далеко не въ такой степени. Въ сравненіи съ мышцей нервъ можетъ быть признанъ неутомимымъ работникомъ, и это потому, что по сравненію съ мышцей его нельзя даже назвать работникомъ. Его работа съ точки зрѣнія силы, которую приходится затрачивать на нее, ничтожна въ сравненіи съ работой мышцы, поэтому и процессъ горѣнія идетъ въ немъ не такъ энергично, и продукты горѣнія не накаплиются въ немъ такъ быстро и въ такомъ количествѣ, чтобы вызвать утомленіе.

Усталость, которую мы чувствуемъ послѣ физической работы,

происходить оттого, что мышцы устаютъ сокращаться, а не оттого, что нервы устаютъ проводить къ нимъ раздраженія. Слѣдующій опытъ доказываетъ эту неутомляемость нерва сравнительно съ быстрой утомляемостью мышцъ.

Берутъ 2 нервно-мышечныхъ препарата лягушки; оба нерва *А* и *Б* начинаютъ одновременно раздражать электрическими токами одинаковой силы и чрезъ одинаковые промежутки. Но нервъ *Б* въ

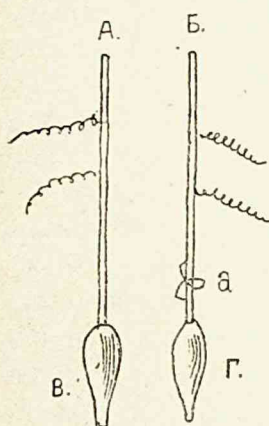


Рис. 11.

пунктъ *а* перетянуть, благодаря чему въ этомъ мѣстѣ нервъ не способенъ проводить раздраженіе. Такимъ образомъ, въ то время, какъ мышца *В* получаетъ по нерву *А* безпрерывно раздраженія и въ отвѣтъ сокращается, до мышцы *Г* раздраженія по нерву *Б* не доходятся, и она остается въ покоѣ. Спустя извѣстное время мышца *В* приходитъ въ состояніе утомленія и, наконецъ, несмотря на передаваемыя ей по нерву *А* раздраженія, перестаетъ сокращаться. Въ это время нервъ *Б*, который продолжаютъ по-прежнему раздражать, освобождаютъ въ пунктѣ *а* отъ петли; до

мышцы *Г* теперь доходятъ раздраженія, и она сокращается. Такимъ образомъ, хотя нервъ *Б* и мышца *В* подвергались одновременно одинаковымъ раздраженіямъ, мышца устала въ то время, какъ нервъ не проявилъ утомленія и сохранилъ свое основное свойство — проводимость.

Говоря о сокращеніи мышцы, мы указывали на то, что оно продолжается извѣстное время ($\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{9}$ сек.), которое можно измѣрить. Точно такъ же и проведеніе раздраженія по нервнымъ волокнамъ совершается со скоростью, которую можно опредѣлить. Скорость проведенія раздраженія по двигательному нерву можно измѣрить на живомъ человѣкѣ слѣдующимъ образомъ: раздражаютъ электрическимъ токомъ срединный нервъ сначала у внутренняго края двуглавой мышцы и отмѣчаютъ моментъ, когда наступаетъ сокращеніе мышцы, приводящей большой палецъ (въ этой мышцѣ оканчивается вѣточка срединнаго нерва); затѣмъ раздражаютъ тотъ же нервъ, но въ пунктѣ болѣе близкомъ къ упомянутой мышцѣ; снова наступаетъ сокращеніе, но черезъ болѣе короткій промежутокъ времени, чѣмъ въ первый разъ, потому что раздраженію приходится пройти меньшее разстояніе вдоль нерва. Зная разницу разстояній и разницу во времени наступленія сокращеній, можно опредѣлить скорость распространенія раздраженія вдоль нерва: она оказалась равной 12—

15 саженимъ въ 1 секунду. Съ такой же приблизительно скоростью пробѣгаетъ раздраженіе и по чувствительнымъ нервамъ. Для опредѣленія ея поступаютъ такъ: раздражаютъ 2 точки, лежащія на различныхъ разстояніяхъ отъ мозга (напримѣръ, ушную раковину и палецъ ноги), и отмѣчаютъ время наступленія у изслѣдуемаго лица ощущенія. Последнее возникаетъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ короче путь, который должно пройти раздраженіе, иными словами, чѣмъ раздражаемая точка ближе къ мозгу. Зная разницу въ разстояніяхъ, отдѣляющихъ эти точки отъ мозга, и разницу во времени возникновения ощущеній, легко опредѣлить скорость, съ которой пробѣгаетъ раздраженіе по чувствительнымъ нервнымъ волокнамъ. Когда шла рѣчь объ условіяхъ нормальной дѣятельности нервныхъ волоконъ, было указано важное значеніе ихъ правильного питанія. Но въ дѣлѣ питанія нервныхъ волоконъ, помимо кровообращенія, огромную роль играютъ тѣ нервныя клѣтки, съ которыми волокна связаны. Нервная клѣтка можетъ быть названа, по отношенію къ исходящему отъ нея волокну, клѣткой—матерью не только потому, что она даетъ ему начало, но и потому, что она регулируетъ его питаніе. Если перерѣзать нервное волокно, то его периферическій отрѣзокъ, то есть тотъ, связь котораго съ нервной клѣткой прервана, начинаетъ спустя нѣсколько дней подвергаться процессу постепеннаго умиранія: онъ теряетъ раздражимость, мякотная оболочка и осевой цилиндръ распадаются на отдѣльныя глыбки и жировыя капельки, которыя просачиваются сквозь шванновскую оболочку, такъ что въ концѣ концовъ отъ этого отрѣзка ничего кромѣ шванновской оболочки не остается. Этотъ процессъ умиранія нерва носитъ названіе **перерожденія**; центральный отрѣзокъ, связанный съ нервной клѣткой, перерожденію не подвергается. Но перерожденный нервъ можетъ возстановиться или, какъ говорятъ, возродиться, если оба отрѣзка привести въ соприкосновеніе или, что еще лучше, если соединить ихъ при помощи шва. Тогда возрожденіе нерва можетъ наступить, хотя бы много времени прошло послѣ перерѣзки. Возрожденіе наступаетъ благодаря тому, что уцѣлѣвшій осевой цилиндръ центрального отрѣзка начинаетъ расти и вросается въ периферическій отрѣзокъ.

Познакомивъ Васъ со строеніемъ нервныхъ волоконъ, ихъ свойствами, особенностями и условіями ихъ дѣятельности, ихъ ролью въ нашей жизни, я могъ бы закончить изученіе физиологіи периферической нервной системы, которая составлена изъ нервныхъ волоконъ. Но я хочу обратить Ваше вниманіе на одно обстоятельство. Нервное волокно, говорили мы, ничего не создаетъ и не измѣняетъ: оно пассивно передаетъ то раздраженіе, которое полу-

часть; въ этомъ отношеніи всѣ нервныя волокна равны и нѣтъ различія между центро-стремительными и центро-бѣжными. Но почему же, спросите Вы, любое раздраженіе двигательнаго нерва всегда вызываетъ сокращеніе мышцы, а раздраженіе центро-стремительнаго волокна всегда вызываетъ извѣстное ощущеніе: въ одномъ случаѣ—боли, въ другомъ (напримѣръ, при раздраженіи зрительнаго нерва)—свѣта, въ третьемъ—звуковое ощущеніе? Выходитъ какъ будто, что различныя нервныя волокна обладаютъ разными физиологическими свойствами, такъ какъ раздражая одно, мы получаемъ одинъ результатъ, раздражая другія—получаемъ иной результатъ. Не противорѣчитъ ли это высказанному нами положенію, что всѣ нервныя волокна отличаются одинаковыми свойствами? На самомъ дѣлѣ противорѣчія здѣсь нѣтъ. Если раздраженіе двигательнаго нерва всегда вызываетъ сокращеніе мышцы, а раздраженіе чувствительныхъ волоконъ вызываетъ ощущеніе боли, или свѣта, или звука, то эти различные результаты зависятъ не отъ нервныхъ волоконъ: центръ тяжести лежитъ не въ нихъ. И двигательныя и чувствительныя волокна во всѣхъ этихъ случаяхъ выполняютъ одну и ту же роль: они проводятъ раздраженіе. Въ результатѣ не они повинны, результатъ раздраженія зависитъ не отъ нихъ, а отъ той кѣтки, которой они передаютъ раздраженіе. Двигательное волокно оканчивается въ особомъ рабочемъ приборѣ—мышечной кѣткѣ, которая обладаетъ свойствомъ на всякое раздраженіе отвѣчать сокращеніемъ, и поэтому за раздраженіемъ двигательнаго нерва слѣдуетъ сокращеніе мышцы. Чувствительныя же волокна передаютъ получаемыя ими раздраженія нервнымъ кѣткамъ головного мозга, тоже особаго рода приборамъ, которые отличаются тѣмъ, что всякое проведенное къ нимъ раздраженіе превращаютъ въ ощущеніе. Слѣдовательно, ощущенія боли, свѣта, звука, получающіяся вслѣдъ за раздраженіемъ чувствительныхъ волоконъ, зависятъ не отъ волоконъ, а отъ нервныхъ кѣтокъ, которыми они передаютъ полученное ими раздраженіе. Итакъ, вѣрно то, что мы утверждали: нервныя волокна только передатчики раздраженія; результатъ же раздраженія зависитъ не отъ нихъ, а отъ тѣхъ конечныхъ аппаратовъ, которымъ раздраженіе сообщается.

ФИЗИОЛОГІЯ СПИННОГО МОЗГА.

I.

Анатомическія свѣдѣнія.—Расположеніе сѣраго и бѣлаго вещества.—Начало спинно-мозговыхъ нервовъ.—Законъ Белля.—Значеніе переднихъ роговъ.—Роль спинного узла.—Понятіе о рефлекторномъ движеніи.—Примѣры.—Рефлекторная дуга.

Отъ периферической нервной системы перейдемъ къ изученію дѣятельности центральной нервной системы: спинного и головного мозга. Начнемъ съ перваго. Постараемся выяснитъ, въ чемъ заключается работа спинного мозга, какую роль онъ играетъ въ общей жизни нашего тѣла.

Прежде всего считаю нужнымъ напомнитъ основныя анатомическія свѣдѣнія о спинномъ мозгѣ. Спинной мозгъ въ видѣ канатика выполняетъ полость позвоночнаго канала; онъ окруженъ тремя оболочками: **мягкой**, очень тонкой, богатой кровеносными сосудами и тѣсно связанной съ мозгомъ; за ней, отдѣленная промежуткомъ, слѣдуетъ нѣжная **паутинная** оболочка, кнаружи отъ которой расположена послѣдняя оболочка, такъ называемая **твердая**, состоящая изъ плотной соединительной ткани и отдѣленная только небольшимъ слоемъ жира отъ внутренней поверхности позвонковъ.

Внизу, на уровнѣ 2-го поясничнаго позвонка, спинной мозгъ, заостряясь, оканчивается тонкой нитью; верхній же конецъ его чрезъ затылочное отверстіе проникаетъ въ полость черепа, гдѣ масса мозга утолщается, расширяется, принимаетъ у человѣка огромныя размѣры и получаетъ названіе головного мозга. Такимъ образомъ, быть можетъ, излишнимъ будетъ здѣсь же отмѣтитъ, что головной мозгъ является непосредственнымъ продолженіемъ спинного; иначе говоря, что спинной и головной мозгъ представляютъ собой одинъ непрерывный столбъ мозгового вещества, заключеннаго въ костномъ ящикѣ черепа и костномъ каналѣ позвоночника, имѣющихъ другъ съ другомъ сообщеніе.

На поперечныхъ разрѣзахъ спинного мозга, произведенныхъ въ любомъ мѣстѣ его, мы отмѣчаемъ, что по окруж-

ности мозгъ имѣеть бѣлый цвѣтъ, а посрединѣ изжелта-сѣрый. Микроскопическое изслѣдованіе показываетъ, что бѣлая часть мозга состоитъ изъ нервныхъ волоконъ, а сѣрая—главнымъ образомъ изъ нервныхъ клѣтокъ и ихъ отростковъ. Сѣрое вещество на любомъ поперечномъ разрѣзѣ спинного мозга обнаруживаетъ одно и то же характерное расположеніе въ видѣ буквы *H*, то есть состоитъ изъ узенькаго мостика и отходящихъ отъ его концовъ кпереди и къзади закругленныхъ отростковъ, получившихъ названіе **переднихъ и заднихъ роговъ** сѣраго вещества *). Такъ какъ описанная картина расположенія сѣраго и бѣлаго вещества наблюдается на всемъ протяженіи спинного мозга, слѣдовательно, мы должны весь столбъ спинного мозга представлять себѣ такимъ образомъ: наружные слои этого столба состоятъ изъ пучковъ блестящихъ бѣлыхъ нервныхъ волоконъ (бѣлое вещество), срединный слой—изъ имѣющихъ сѣроватый оттѣнокъ нервныхъ клѣтокъ (сѣрое вещество), вѣдряющихся въ видѣ отростковъ, по обѣ стороны, въ бѣлое вещество. Ясно теперь, что вся масса мозга состоитъ изъ нервныхъ волоконъ и нервныхъ клѣтокъ, и что, только выяснивъ характеръ дѣятельности тѣхъ и другихъ, мы можемъ получить полное представленіе о роли спинного мозга въ общей жизни нашего тѣла.

Выясненіе этой роли я начну съ указанія на то, что въ спинномъ мозгу берутъ начало и изъ него выходятъ 31 пара нервныхъ стволовъ; это—тѣ нервы, которые, по выходѣ чрезъ межпозвоночныя отверстія изъ спинно-мозгового канала, расходятся почти по всему тѣлу, снабжая своими вѣтками шею, туловище и конечности. Эти нервы получили названіе спинномозговыхъ, въ отличіе отъ головныхъ нервовъ (12 паръ), берущихъ начало въ головномъ мозгу и выходящихъ изъ полости черепа. Каждый спинно-мозговой нервъ въ самомъ началѣ своемъ вилообразно расщепленъ на 2 отдѣльныхъ пучка, или корешка—передній и задній, которые, однако, очень скоро по выходѣ изъ спинного мозга, еще въ позвоночномъ каналѣ, сливаются въ одинъ стволъ. Какъ Вамъ уже извѣстно, каждый нервный стволъ составленъ изъ множества нервныхъ волоконъ, а каждое волокно представляетъ собой продолженіе или вытянутый отростокъ нервной клѣтки. Отсюда вытекаетъ, что нервныя волокна, образующія спинномозговые нервные стволы, являются невритами (отростками) нервныхъ клѣтокъ. Такъ оно въ дѣйствительности и есть: нервныя волокна переднихъ корешковъ являются невритами нервныхъ клѣтокъ переднихъ роговъ сѣраго вещества спинного

*) Въ центрѣ сѣраго вещества, по всему протяженію спинного мозга, проходитъ узкій каналъ, наполненный жидкостью.

мозга, а нервныя волокна, входящія въ составъ каждаго задняго корешка, происходятъ изъ нервныхъ клѣтокъ, расположенныхъ въ видѣ скопленія сѣраго вещества на самомъ корешкѣ (такъ называемый спинной узелъ), недалеко отъ выхода послѣдняго изъ спинного мозга.

Тотъ фактъ, что каждый спинно-мозговой нервный стволъ, въ мѣстѣ своего возникновенія изъ спинного мозга, оказывается расщепленнымъ на 2 отдѣльныхъ пучка (корешка), представлялъ бы лишь анатомическій интересъ, если бы не открытіе которое было сдѣлано 100 лѣтъ назадъ физиологомъ Беллемъ. Белль нашелъ, что передній и задній корешки отличаются не только по своему происхожденію, но и по характеру своей дѣятельности: передній корешокъ состоитъ изъ волоконъ двигательныхъ (центробѣжныхъ), задній — изъ волоконъ чувствительныхъ (центростремительныхъ). Спинно-мозговые нервные стволы, получающіеся изъ сліянія обоихъ корешковъ, являются такимъ образомъ смѣшанными, то есть состоящими какъ изъ двигательныхъ, такъ и изъ чувствительныхъ волоконъ.

Выше мы говорили о той огромной роли, которая въ дѣлѣ питанія нервнаго волокна выпадаетъ на долю нервной клѣтки, дающей ему начало. Отсюда съ необходимостью слѣдуетъ тотъ выводъ, что всѣ нервныя волокна, берущія начало изъ нервныхъ клѣтокъ сѣраго вещества спинного мозга, зависятъ въ своемъ питаніи отъ нормальной связи съ этими клѣтками, отъ цѣлости и невредимости послѣднихъ. По отношенію къ двигательнымъ волокнамъ, входящимъ въ составъ спинного мозга, слова эти примѣнимы безъ какихъ-либо оговорокъ.

Дѣйствительно, поврежденіе (при крушеніи, на примѣръ, поѣзда, вслѣдствіе паденія, раненія) или болѣзненное пораженіе переднихъ роговъ спинного мозга влечетъ за собой перерожденіе выходящихъ изъ этого мѣста двигательныхъ волоконъ, потерю ими проводимости съ послѣдовательнымъ параличемъ тѣхъ мышцъ, которыя этими нервами снабжаются. Но этимъ дѣло не ограничивается: оказывается, что нервныя клѣтки переднихъ роговъ имѣютъ питательное значеніе не только для двигательныхъ нервныхъ волоконъ, но и для мышцъ, въ которыхъ эти волокна оканчиваются. Такимъ образомъ, вслѣдъ за поврежденіемъ переднихъ роговъ наступаетъ не только перерожденіе двигательныхъ нервовъ, но и истонченіе, исхуданіе, атрофія мышцъ.

Что касается чувствительныхъ волоконъ, то для нихъ имѣютъ питательное значеніе тѣ нервныя клѣтки, невритами которыхъ онѣ

являются, то есть упомянутыя уже скопленія клѣтокъ, лежащія на заднемъ корешкѣ недалеко отъ слиянія его съ переднимъ и извѣстныя подъ названіемъ **спинного узла** *).

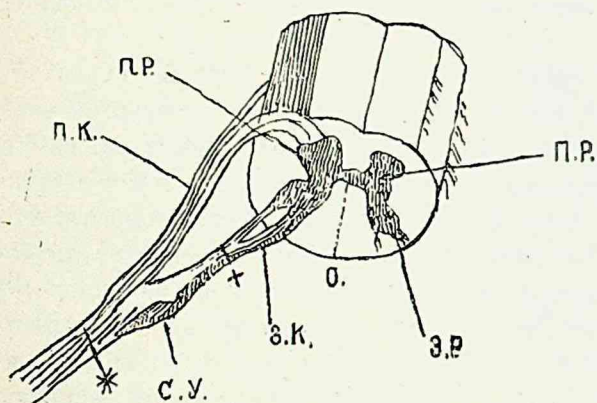


Рис. 12. Поперечный разрѣзъ спинного мозга. П.Р.—передній рогъ; З.Р.—задній рогъ; П.К.—передній корешокъ; З.К.—задній корешокъ; С.У.—спинной узелъ; О.—спинномозговой каналъ.

Изъ всего вышеизложеннаго выясняется для Васъ одна сторона дѣятельности спинного мозга: сѣрое вещество его переднихъ роговъ имѣетъ питательное (трофическое) значеніе для двигательныхъ волоконъ, снабжающихъ мышцы шеи, туловища и конечностей, а также и для самихъ этихъ мышцъ. Какъ ни важна эта

сторона дѣятельности спинного мозга, ею, однако, далеко не исчерпывается роль его сѣраго вещества.

Послѣднее обладаетъ еще однимъ замѣчательнымъ свойствомъ, которое находитъ самое широкое и разнообразное примѣненіе въ нашей жизни и кладетъ отпечатокъ на всемъ нашемъ существованіи. Свойство это заключается въ томъ, что сѣрое вещество спинного мозга служитъ какъ бы мостомъ, черезъ который раздраженія, идущія по нервнымъ центростремительнымъ (чувствительнымъ) путямъ, перебрасываются на двигательные пути. Нѣжные отростки (дендриты) чувствительныхъ клѣтокъ, пронизывая задній рогъ, приходятъ въ самое близкое соприкосновеніе (но не сливаются) съ дендритами двигательныхъ клѣтокъ передняго рога и передаютъ послѣднимъ получаемыя ими раздраженія. Такимъ образомъ, чувствительный нейронъ оказывается связаннымъ съ двигатель-

*) Поэтому, если перерѣзать задній корешокъ выше спинного узла, между нимъ и заднимъ рогомъ (предполагаемое мѣсто перерѣзки на рисункѣ обозначено знаком +), то перерожденію подвергается только небольшой центральный отрѣзокъ, идущій къ спинному мозгу, остальная часть корешка и весь нервный стволъ останутся нормальными, такъ какъ они сохранили связь со спиннымъ узломъ; обратное произойдетъ послѣ перерѣзки задняго корешка ниже спинного узла (мѣсто этой перерѣзки обозначено знаком *): тогда всѣ чувствительныя волокна нервного ствола переродятся, а нетронутой останется только часть ихъ, оставшаяся въ связи съ клѣтками спинного узла (на рисункѣ виденъ почти весь задній корешокъ).

нымъ, и въ результатѣ получается фактъ, который только благодаря своей обычности не останавливаетъ нашего вниманія, но который на самомъ дѣлѣ въ высшей степени поразителенъ: чувствительное раздраженіе, пройдя по чувствительному нейрону, вызываетъ возбужденіе двигательнаго нейрона, которое влечетъ за собой сокращеніе мышцы. Говоря короче, чувствительное раздраженіе имѣетъ своимъ конечнымъ результатомъ движеніе. И это движеніе сплошь и рядомъ выполняется съ большой быстротой, съ неуклонной послѣдовательностью, не требуя напряженія воли и ума, и даже нерѣдко безъ участія сознанія. Такимъ образомъ, благодаря установленнымъ въ нашемъ тѣлѣ связямъ между чувствительнымъ и двигательнымъ нейронами, мы имѣемъ возможность отвѣчать на чувствительныя раздраженія (напримѣръ, уколъ, ожогъ, яркій свѣтъ т. п.) быстро и вѣрно, на подобіе машины, произвольными, болѣе или менѣе сложными движеніями. Подобныя „машинальныя“ движенія мы совершаемъ, какъ извѣстно, очень часто, имп отмѣченъ каждый шагъ нашъ. И такъ какъ они являются результатомъ передачи, или отраженія, раздраженія съ чувствительной клѣтки на двигательную, то они и получили въ физиологін названіе рефлекторныхъ (reflexus—отраженіе). Слѣдовательно, рефлекторными движеніями называются произвольныя движенія, вызванныя раздраженіемъ чувствительныхъ нервовъ. Разборъ нѣсколькихъ примѣровъ поможетъ намъ выяснитъ механизмъ рефлекторныхъ движеній.

Передъ нами обезглавленная лягушка; она лежитъ на животѣ, и, если не трогать ее, она остается неподвижной, лишенная чувствъ и сознанія. Но вотъ мы ущипнули ее за палець, и она отдергиваетъ лапку; приложили кусочекъ пропускной бумаги, смоченной въ кислотѣ, къ кожѣ живота—одна или даже обѣ лапки пришли въ движеніе, какъ бы стараясь стереть каплю жидкости.

У обезглавленнаго, и, слѣдовательно, лишеннаго головного мозга, животнаго не можетъ быть рѣчи о разсужденіи или желаніи, а между тѣмъ наша обезглавленная лягушка совершаетъ вполне цѣлесообразныя движенія. Недаромъ ученые, которые впервые наблюдали это удивительное зрѣлище, полагали, что имѣютъ здѣсь дѣло съ проявленіями „спинно-мозговой души“. Мы знаемъ теперь, что это не такъ. Передъ нами, дѣйствительно, живой, но безсознательный механизмъ, который, благодаря присутствію въ немъ спинного мозга, обладаетъ способностью передавать (отражать) раздраженія, получаемыя окончаніями чувствительныхъ нервовъ, на двигательные нервные пути. И чѣмъ сильнѣе чувствительное раздра-

женіе, тѣмъ большому числу двигательныхъ нейроновъ оно передается, и, слѣдовательно, тѣмъ большее число мышцъ сократятся, то есть тѣмъ сложнѣе будетъ движеніе.

Эту способность сбраго вещества—служить мостомъ между чувствительными и двигательными нейронами—лягушка унаслѣдовала отъ своихъ предковъ, въ теченіе всей своей жизни она упражняла ее и всегда въ одномъ направленіи, а именно въ такомъ направленіи, чтобы движенія, слѣдующія за чувствительными раздраженіями, привели къ ослабленію и устраненію непріятнаго ощущенія или избѣжанію грозящей опасности. Въ той же формѣ и въ томъ же направленіи эта способность проявляется и теперь въ обезглавленной лягушкѣ, сохранившей свои жизненные свойства, хотя и переставшей быть сознательнымъ существомъ. Сообщенныя ей раздраженія пробѣгаютъ по чувствительнымъ нервамъ вплоть до заднихъ роговъ сбраго вещества спинного мозга, тамъ по путямъ, которые часто прокладывались, по, такъ сказать, протореннымъ нервнымъ тропинкамъ (дендритамъ); раздраженіе проводится къ извѣстнымъ двигательнымъ нейронамъ, откуда двигательное возбужденіе (импульсъ) сообщается опредѣленнымъ мышцамъ, и въ результатъ механически возникаетъ сложное и цѣлесообразное движеніе, совершенно такъ, какъ если бы оно было продиктовано разсудкомъ и волей.

Отъ обезглавленной лягушки обратимся къ цѣльному и здоровому человѣку. Для точнаго выясненія рефлекторнаго механизма мы можемъ воспользоваться разсмотрѣніемъ одного изъ наиболѣе простыхъ нашихъ рефлексовъ, который каждый изъ насъ можетъ у себя искусственно вызвать. Положите одну ногу на другую, совершенно свободно, ударьте по висящей ногѣ немного ниже колѣна, и нога, помимо Вашей воли, „подпрыгнетъ“: передъ нами такъ называемый колѣнный рефлексъ, который для врача представляетъ огромный интересъ. Чѣмъ онъ вызванъ? Ударомъ по колѣну было сообщено раздраженіе окончаніямъ чувствительныхъ нервовъ, развѣтвляющихся въ сухожиліи четырехглавого разгибателя бедра (*m. quadriceps femoris*), это раздраженіе по чувствительному нерву достигло задняго рога сбраго вещества, отсюда оно передалось двигательной клѣткѣ (передняго рога), двигательному нерву и, наконецъ, достигло мышцы, вызвавъ ее сокращеніе.

Приведу еще нѣсколько примѣровъ всѣмъ знакомыхъ болѣе обширныхъ рефлекторныхъ движеній, гдѣ вслѣдъ за чувствительнымъ раздраженіемъ въ дѣйствіе приходятъ не одна, а нѣсколько или даже цѣлыя группы мышцъ, и гдѣ, слѣдовательно, рефлекторный механизмъ болѣе сложенъ; таковы: отдергиваніе руки при нежии-

данномъ уколѣ или прикосновеніи къ горячему; поворачиваніе головы по направленію внезапно раздавшагося звука; дрожь, проходящая по всему тѣлу, при непріятномъ скрипѣ; рядъ сложныхъ движеній, которыя выполняются нашими внутренними органами (движенія желудка, кишекъ, мочевого пузыря и др.); многочисленныя движенія, которыя мы часто совершаемъ во снѣ. Наконецъ, даже такія сложныя дѣйствія, какъ ходьба, писаніе, чтеніе, требующія въ дѣтствѣ долгой выучки, развѣ для взрослого человѣка не представляютъ собой ряда заученныхъ движеній, ставшихъ машинальными и выполняемыхъ въ значительной части безъ участія воли и даже сознанія. Я не могу здѣсь войти въ подробности и предоставляю Вамъ самимъ внимательно всмотрѣться въ нашу повседневную жизнь; Вы легко убѣдитесь, что большая часть ея заполнена непродвольными, рефлекторными движеніями. Если принять во вниманіе, что эти движенія выполняются, какъ было уже сказано, съ аккуратностью и точностью машины, что изо дня въ день они однообразно повторяются, безъ какихъ-либо измѣненій, что отъ ихъ правильнаго выполненія зависитъ часто сохраненіе жизни и продолженіе рода (глотаніе, родовой актъ), нельзя не проникнуться удивленіемъ передъ совершенствомъ того механизма, который производитъ ихъ. Трудно, дѣйствительно, въ достаточной степени оцѣнить значеніе этого механизма для человѣка. Я замѣчу только, что давая ему возможность совершать, безъ затраты времени и умственной энергіи на раздумываніе и обсужденіе, самые сложные и жизненно важные акты, рефлекторный механизмъ является не только могучимъ орудіемъ самосохраненія въ моменты внезапно возникающей опасности (напримѣръ, рефлекторный кашель, удаляющій изъ дыхательныхъ путей случайно попавшія туда инородныя тѣла и тому подобное), но и незамѣнимымъ средствомъ, сберегающимъ огромную массу душевныхъ силъ, которыя могутъ быть употреблены для разрѣшенія другихъ задачъ, болѣе достойныхъ человѣческаго генія.

Вернемся, однако, къ дальнѣйшему разбору рефлекторныхъ движеній. На основаніи всего изложеннаго мы можемъ заключить, что рефлекторныя движенія бываютъ простыя и сложныя, что какъ тѣмъ, такъ и другимъ предшествуетъ всегда чувствительное раздраженіе, что для выполненія всякаго рефлекторнаго акта необходимо, чтобы раздраженіе прошло опредѣленный нервный путь. Этотъ нервный путь, который пробѣгаетъ раздраженіе и который приводитъ къ рефлекторному движенію, носитъ названіе рефлекторной дуги. Основные этапы этого пути одинаковы для всѣхъ

рефлекторныхъ движеній. Вы ихъ легко можете воспроизвести на основаніи разбора любого изъ приведенныхъ выше примѣровъ. Такъ, напримѣръ, въ случаѣ разобраннаго выше колѣннаго рефлексъ, рефлекторная дуга, какъ Вы видѣли, слагается изъ окончаній чувствительнаго нерва, чувствительной клѣтки и ея дендритовъ (въ заднемъ рогѣ), двигательной клѣтки (передніе рога), двигательнаго нерва и его окончаній въ мышцѣ и самой мышцы. Изъ такихъ

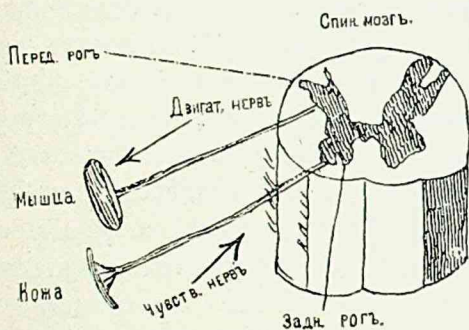
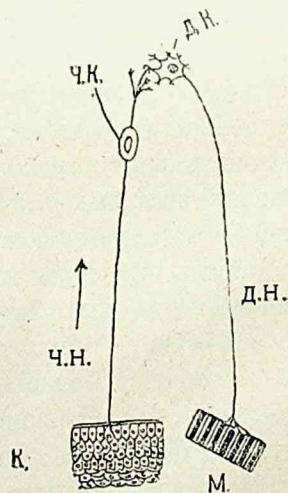


Рис. 13.

же этаповъ слагается рефлекторная дуга и для другихъ многочисленныхъ произвольныхъ движеній, которыя выполняются при посредствѣ спинного мозга (см. рисунокъ 13). Существуетъ, однако, цѣлый рядъ сложныхъ рефлексовъ, совершаемыхъ при посредствѣ выше лежащихъ частей центральной нервной системы, иными словами, существуютъ рефлекторныя движенія, при которыхъ передача раздраженія съ чувствительныхъ нейроновъ на двигательные происходитъ въ извѣстныхъ пунктахъ головного мозга. Вотъ почему этапы, изъ которыхъ слагается рефлекторная дуга, мы должны представить въ другомъ, болѣе общемъ видѣ, а именно: окончанія центростремительнаго нерва, центростремительный нейронъ, центробѣжный нейронъ, мышца или другой рабочей аппаратъ (смотри рисунокъ 14).

Надо ли говорить о томъ, что только при цѣлости и нормальномъ состояніи всѣхъ частей рефлекторной дуги возможно правильное выполненіе даннаго рефлекторнаго движенія, и, наоборотъ, что правильно производимое рефлекторное движеніе указываетъ на цѣлость его рефлекторной дуги. Поврежденіе (заболѣваніе) какого-нибудь отдѣла рефлекторной дуги сейчасъ же отзывается на характерѣ рефлекторнаго движенія. При отравленіи, напримѣръ, стрихниномъ, или часто при общей нервозности (вслѣдствіе плохого

же этаповъ слагается рефлекторная дуга и для другихъ многочисленныхъ произвольныхъ движеній, которыя выполняются при посредствѣ спинного мозга (см. рисунокъ 13). Существуетъ, однако, цѣлый рядъ сложныхъ рефлексовъ, совершаемыхъ при посредствѣ выше лежащихъ частей центральной нервной системы, иными



Рефлекторная дуга

Рис. 14.

К.—кожа; Ч.Н.—чувствит. нервъ; Ч.К.—чувствительн. клѣтка; Д.К.—двигательн. клѣтка; Д.Н.—двиг. нервъ; М.—мышца.

питанія или другихъ причинъ), замѣчается усиленіе рефлексовъ: слабыя чувствительныя раздраженія вызываютъ энергичныя сокращенія, притомъ распространяющіяся нерѣдко на многія мышцы (напримѣръ, дрожь по всему тѣлу). Объясняется это явленіе тѣмъ, что въ этихъ случаяхъ сѣрое вещество отличается повышенной возбудимостью, передача раздраженія съ чувствительныхъ нейроновъ на двигательные встрѣчаетъ меньше препятствій, чѣмъ въ нормальномъ состояніи, и поэтому легче распространяется и вызываетъ болѣе сильное возбужденіе двигательныхъ нейроновъ, которое и передается мышцамъ. Бываютъ, съ другой стороны, случаи, когда, вслѣдствіе заболѣванія сѣраго вещества или другихъ частей рефлекторной дуги, рефлексы ослаблены или нѣкоторые даже отсутствуютъ. Отсутствие, напримѣръ, колѣннаго рефлекса ¹⁾ всегда наблюдается при особой болѣзни спинного мозга, такъ называемой спинной сухоткѣ (*tabes dorsalis*).

II.

Важнѣйшіе Рефлекторныя центры въ спинномъ мозгу.—Родовой актъ.—Роль спинного мозга, какъ проводника.—Значеніе переднихъ, заднихъ и боковыхъ столбовъ бѣлаго вещества.

Итакъ, Вы уже знаете, что съ заднихъ роговъ спинного мозга раздраженія могутъ передаваться двигательнымъ клѣткамъ переднихъ роговъ, и что такого рода передача происходитъ при многочисленныхъ рефлекторныхъ движеніяхъ, которыя совершаютъ наши конечности. Но помимо этихъ, сравнительно простыхъ, движеній, сѣрое вещество спинного мозга участвуетъ въ выполненіи другихъ, очень сложныхъ рефлекторныхъ движеній, играющихъ огромную роль въ жизни нашего тѣла; я назову важнѣйшія изъ нихъ: опорожненіе мочевого пузыря, опорожненіе прямой кишки, родовой актъ. Всѣ эти акты выполняются благодаря сокращеніямъ мышцъ (мочевого пузыря, прямой кишки, матки, брюшной стѣнки); эти же сокращенія происходятъ помимо воли, рефлекторно, то есть они вызываются тѣмъ, что раздраженіе проходитъ по знакомой намъ рефлекторной дугѣ. Мѣстомъ, гдѣ происходитъ въ приведенныхъ случаяхъ передача раздраженія съ чувствительнаго пути на двигательный, или, какъ выражаются, рефлекторнымъ центромъ для упомянутыхъ трехъ актовъ служитъ поясничная часть спинного мозга. При поврежденіяхъ или болѣз-

¹⁾ Вообще изслѣдованіе колѣннаго рефлекса даетъ врачу важныя указанія относительно общаго состоянія рефлекторной возбудимости у даннаго лица.

ненномъ пораженіи этого отдѣла спинного мозга нарушается правильное выполненіе этихъ актовъ.

Такъ какъ объ отправленіяхъ мочевого пузыря и прямой кишки будетъ подробно рѣчь впереди, то, для поясненія сказаннаго, я остановлюсь на родовомъ актѣ. Родовой актъ заключается, какъ извѣстно, въ изгнаніи плода изъ полости матки; изгнаніе это производится дѣйствіемъ мышцъ матки и брюшной стѣнки; сокращеніе этихъ мышцъ происходитъ помимо воли роженицы, рефлекторно. Нетрудно представить для даннаго случая рефлекторную дугу: раздраженія, которыя сообщаются окончаніямъ чувствительныхъ нервовъ на внутренней поверхности матки (вслѣдствіе ли толкательныхъ движеній плода, или чрезмѣрнаго растяженія увеличенной матки, или какой-либо другой причины), по чувствительнымъ нервамъ достигаютъ заднихъ роговъ поясничной части спинного мозга, передаются въ этомъ мѣстѣ клѣткамъ переднихъ роговъ, отъ послѣднихъ посылаются возбужденія по двигательнымъ нервамъ къ мышцамъ матки и брюшной стѣнки—и въ результатѣ получается согласное сокращеніе этихъ мышцъ и выталкиваніе плода ¹⁾.

Отъ дѣятельности сѣраго вещества, изученіемъ которой мы до сихъ поръ главнымъ образомъ занимались, намъ пора перейти къ выясненію роли другой составной части спинного мозга — его бѣлаго вещества. Какъ было сказано, бѣлое вещество состоитъ изъ нервныхъ волоконъ, и, въ сущности, этимъ сказано уже достаточно для того, чтобы Вы могли получить представленіе о дѣятельности бѣлаго вещества. Какъ всѣ нервныя волокна, такъ и нервныя волокна, образующія бѣлое вещество спинного мозга, являются проводниками раздраженія; при этомъ одни нервныя волокна—короткія, они несутъ раздраженія отъ одного отдѣла спинного мозга къ другому; другія волокна бѣлаго вещества длинныя, они тянутся вдоль спинного мозга и переходятъ въ головной; эти волокна передаютъ раздраженія изъ спинного мозга въ головной, или обратно изъ головного въ спинной, потому что нервныя волокна спинного мозга, подобно нервнымъ волокнамъ периферической нервной системы, бываютъ центро-стремительныя и центробѣжныя. Центро-стремительными здѣсь называются тѣ, которыя передаютъ раздраженіе отъ даннаго отдѣла спинного мозга къ вышележащимъ; центробѣжными—тѣ, которыя проводятъ раздраженіе отъ вышележащихъ отдѣловъ (на-

¹⁾ У самцовъ центру родового акта соотвѣтствуетъ центръ, завѣдующій сокращеніемъ мышцъ сѣменныхъ пузырьковъ и выносящихъ протоковъ, а также эрекціей. Центръ этотъ расположенъ у человѣка въ спинномъ мозгу на уровнѣ верхнихъ поясничныхъ позвонковъ.

примѣръ, головного мозга) къ извѣстнымъ отдѣламъ спинного мозга. Ходъ нервныхъ волоконъ въ спинномъ мозгу очень запутанный: одни волокна идутъ вдоль и, не уклоняясь въ своемъ пути, вступаютъ въ головной мозгъ; другія, пройдя извѣстное разстояніе, переходятъ на противоположную сторону и тамъ уже продолжаютъ свой путь, и т. д. Прослѣдить ходъ каждаго нервного волокна—задача очень сложная, надъ разрѣшеніемъ которой трудился и трудятся поколѣнія ученыхъ. Я не буду здѣсь вдаваться ни въ какія подробности и отмѣчу лишь, что въ бѣломъ веществѣ спинного мозга различаютъ отдѣльные столбы или пучки волоконъ, которыя можно отдѣлать другъ отъ друга и которыя разнятся между собой и по своему происхожденію, такъ какъ возникаютъ изъ различныхъ группъ нервныхъ клѣтокъ, и по своей физиологической роли, такъ какъ проводятъ раздраженіе въ разныхъ направленіяхъ. Такимъ образомъ различаютъ передніе столбы, боковые и задніе. Исслѣдованія и опыты показали, что передніе столбы (т. е. идущіе по передней поверхности спинного мозга и ограниченные передними рогами) и часть боковыхъ состоятъ изъ центробѣжныхъ волоконъ, т. е. такихъ, которыя получаютъ раздраженія отъ клѣтокъ головного мозга и несутъ ихъ къ спинному (къ клѣткамъ переднихъ роговъ); другая же часть боковыхъ столбовъ и задніе столбы состоятъ изъ центростремительныхъ волоконъ, слѣдовательно, изъ такихъ, которыя несутъ раздраженія отъ спинного мозга къ клѣткамъ, находящимся въ головномъ мозгу. У Васъ создается такимъ образомъ представленіе о спинномъ мозгѣ, какъ о важной промежуточной станціи, расположенной на пути между периферической нервной системой и головнымъ мозгомъ; черезъ эту станцію непрерывно несутся изъ головного мозга и въ головной мозгъ раздраженія, особаго рода сигналы и приказы. Сигналы—это тѣ раздраженія, которыя получаютъ съ поверхности кожи и внутреннихъ органовъ окончанія нашихъ чувствительныхъ нервовъ и органы чувствъ и которыя по чувствительнымъ волокнамъ доходятъ до заднихъ роговъ спинного мозга, отсюда по центростремительнымъ волокнамъ бѣлаго вещества спинного мозга, т. е. заднимъ (и частью боковымъ) столбамъ, текутъ вверхъ, достигаютъ головного мозга и здѣсь уже, въ специальныхъ нервныхъ клѣткахъ, превращаются въ ощущенія осязанія, тепла, холода, мышечнаго чувства ¹⁾, боли. Приказы—это тѣ возбужденія, ко-

¹⁾ Мышечнымъ чувствомъ называется то особое чувство, которое позволяетъ намъ судить о степени напряженія нашихъ мышцъ и о положеніи различныхъ частей тѣла (напр. конечностей). Оно возникаетъ благодаря раздраженіямъ, идущимъ по особымъ центростремительнымъ нервамъ, оканчивающимся въ мышцахъ, фасціяхъ и суставахъ.

торыя рождаются въ нервныхъ клѣткахъ головного мозга всякій разъ, когда у насъ возникаетъ желаніе сдѣлать какое-либо движеніе, сократить какую-нибудь мышцу или группу мышцъ. Изъ нервныхъ клѣтокъ головного мозга эти возбужденія несутся по нервнымъ волокнамъ до спинного, здѣсь они текутъ по центрo-бѣжнымъ волокнамъ бѣлаго вещества, по такъ называемымъ пирамиднымъ пучкамъ, находящимся въ переднихъ и отчасти въ боковыхъ столбахъ, достигаютъ переднихъ роговъ въ томъ именно мѣстѣ, гдѣ находятся клѣтки, дающія начало нервнымъ волокнамъ, оканчивающимся въ тѣхъ мышцахъ, сокращеніе которыхъ намъ желательно было вызвать. Такимъ образомъ, желаніе или возбужденіе, родившееся въ нервныхъ клѣткахъ головного мозга, пройдя длинный нервный путь по волокнамъ головного мозга и пирамиднымъ пучкамъ спинного, достигаетъ мышцы и вызываетъ ея сокращеніе. Вы видите, слѣдовательно, что пирамидные пучки, входящіе въ составъ переднихъ и отчасти боковыхъ столбовъ, являются проводниками нашихъ произвольныхъ движеній; задніе же и отчасти боковые столбы являются проводниками ощущеній (осязанія, мышечнаго чувства, боли и др.). Вотъ почему при перерѣзкѣ пирамидныхъ столбовъ вся часть тѣла, которая лежитъ ниже мѣста перерѣзки, теряетъ способность къ произвольнымъ движеніямъ, потому что прервана нервная связь этой части тѣла съ головнымъ мозгомъ, откуда несутся возбужденія; чувствительность будетъ сохранена, такъ какъ чувствительный путь, идущій по заднимъ столбамъ, не нарушенъ, сохранена будетъ также и возможность вызвать въ этой части тѣла рефлекторныя движенія, такъ какъ цѣлость рефлекторной дуги также не нарушена. При перерѣзкѣ заднихъ столбовъ будетъ наблюдаться въ частяхъ тѣла, расположенныхъ ниже перерѣзки, потеря чувствительности (осязанія, болевого чувства), но произвольныя движенія будутъ возможны.

Послѣ всего сказаннаго передъ Вами, я надѣюсь, вырисовываются, хотя быть можетъ не вполне еще ясно, два длинныхъ пути: одинъ путь—путь нашихъ чувствъ и ощущеній, другой—путь нашихъ желаній, нашихъ произвольныхъ дѣйствій, выражающихся въ движеніяхъ, въ мышечныхъ сокращеніяхъ. Начальной и конечной станціей обоихъ путей является **головной мозгъ**: какъ въ узловой станціи желѣзныхъ дорогъ, въ немъ сходятся и отъ него расходятся миллионы нервныхъ рельсъ—нервныхъ волоконъ.

Къ изученію этого важнѣйшаго отдѣла нервной системы мы приступимъ.

ФИЗИОЛОГІЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА.

I.

Связь умственной жизни съ дѣятельностью головного мозга.—Анатомическія свѣдѣнія.—Роль отдѣльных частей головного мозга.—Продолговатый мозгъ.—Значеніе его, какъ центра; значеніе его, какъ проводника.—Перекрестъ двигательныхъ и чувствительныхъ волоконъ.—Ножки мозга.

Головной мозгъ можно по справедливости назвать гордостью и украшеніемъ человѣческаго тѣла. Во всей живой природѣ нѣтъ органа болѣе сложнаго и совершеннаго, чѣмъ головной мозгъ человѣка. Именно головному мозгу человѣкъ обязанъ своимъ исключительнымъ положеніемъ въ мірѣ, своей властью надъ живой и мертвой природой. Среди позвоночныхъ животныхъ нѣтъ ни одного, у котораго головной мозгъ достигалъ такихъ размѣровъ, какъ у человѣка. И замѣчательно то, что чѣмъ выше стоитъ животное по своему умственному развитію, тѣмъ большіе размѣры принимаетъ его головной мозгъ ¹⁾. Равнымъ образомъ и среди людей мы замѣчаемъ, что у дикарей (негровъ, готтентотовъ) головной мозгъ отличается меньшимъ вѣсомъ, чѣмъ у людей бѣлой расы; у людей, отличающихся выдающимися талантами (ученыхъ, писателей), мозгъ оказывался обыкновенно тяжелѣе мозга средняго человѣка ²⁾.

1) Только у слона и кита вѣсъ головного мозга больше, чѣмъ у человѣка; но если принять во вниманіе огромные размѣры этихъ животныхъ, то вѣсъ мозга и у нихъ относительно окажется меньше человѣческаго мозга. Отношеніе вѣса всего тѣла къ вѣсу головного мозга выражается для различныхъ позвоночныхъ животныхъ, начиная съ низшихъ и кончая высшими, въ слѣдующихъ интересныхъ цифрахъ: у рыбъ вѣсъ тѣла въ 5668 разъ больше вѣса мозга, у пресмыкающихся—въ 1321 разъ, у птицъ—въ 212 разъ, у млекопитающихъ—въ 186 разъ и, наконецъ, у человека—въ 45 разъ.

2) Головной мозгъ мужчины бѣлой расы вѣситъ въ среднемъ около $3\frac{1}{2}$ фунт.; мозгъ гениальныхъ ученыхъ и писателей (Байрона, Шиллера, Тургенева, знаменитаго математика Гауса и др.) вѣсилъ до 5-ти фунт. и даже болѣе.

Мозгъ женщины въ среднемъ на 30—40 золотн. легче мужского; изъ

Всѣ эти факты убѣдительно говорятъ о томъ, что дѣятельность головного мозга находится въ тѣсной связи съ умственной жизнью. Впослѣдствіи мы приведемъ еще другіе факты, подтверждающіе справедливость такого заключенія, а пока скажемъ нѣсколько словъ о строеніи головного мозга.

Какъ уже было сказано, головной и спинной мозгъ представляютъ собой одну непрерывную массу. Непосредственнымъ продолженіемъ спинного мозга является продолговатый мозгъ, расположенный въ полости черепа, на такъ называемомъ Блюменбаховомъ скатѣ затылочной кости. Сверху (или сзади) продолговатый мозгъ покрытъ мозговой массой, образующей мозжечекъ, съ его боковыми вѣтвями (полушаріями) и средней частью, или червячкомъ. Посредствомъ трехъ паръ нервныхъ пучковъ (такъ называемыхъ мозжечковыхъ ножекъ) мозжечекъ связанъ съ другими частями центральной нервной системы: со спиннымъ мозгомъ, продолговатымъ и большимъ мозгомъ. Въ верхнемъ отдѣлѣ продолговатаго мозга, по его передней поверхности, мы отмѣчаемъ массу нервной ткани, состоящей изъ поперечно идущихъ и перекрещивающихся пучковъ нервныхъ волоконъ и носящей названіе Вароліева моста. Часть волоконъ продолговатаго мозга направляется въ мозжечекъ, другая часть соединяется съ мозжечкомъ при посредствѣ Вароліева моста, и, наконецъ, третья часть волоконъ, входящихъ въ составъ продолговатаго мозга, минуя Вароліевъ мостъ, направляется впередъ и вверхъ, образуя съ обѣихъ сторонъ все болѣе расходящіяся ножки мозга, которыя идутъ къ полушаріямъ. Такимъ образомъ устанавливается прямая связь между полушаріями и продолговатымъ мозгомъ. На верхней поверхности ножекъ расположены 2 пары бугорковъ—четверохолміе.

этого факта еще недавно не только люди незнакомые съ наукой, но даже ученые изслѣдователи дѣлали выводъ, что женщины самой природой преграждены доступъ въ область высшихъ умственныхъ интересовъ, которая должна быть отмежевана исключительно мужчинамъ. Въ настоящее время этотъ взглядъ совершенно потерялъ подъ собой научную почву: прежде всего при опредѣленіи вѣса мозга нужно принимать во вниманіе главнымъ образомъ его отношеніе къ вѣсу всего тѣла (ср. вышеприведенныя цифры), а отношеніе это для женщинъ оказывается даже болѣе благоприятнымъ, чѣмъ для мужчинъ. Затѣмъ—и это особенно важно—новѣйшія изслѣдованія показали, что при оцѣнкѣ достоинства мозга не нужно преувеличивать значеніе его вѣса, т. е. количества, необходимо имѣть въ виду его качество (богатство, напр., сѣрымъ веществомъ), но съ точки зрѣнія качества сколько нибудь точныхъ сравнительныхъ изслѣдованій мужского и женскаго мозга не было произведено.

Большія полушарія представляют собой массу мозга, который у человѣка достигаетъ огромныхъ размѣровъ; подобно надвинутой шапкѣ они совершенно прикрываютъ собой всѣ остальные части головного мозга человѣка. Оболушарія неотдѣлены совершенно другъ отъ друга, а на извѣстномъ протяженіи по средней линіи связаны при помощи массы поперечно идущихъ нервныхъ волоконъ. Вся поверхность оболушарій испещрена складками, или, какъ ихъ называютъ, извилинами, раздѣленными между собой бороздами. Эти извилины и борозды придаютъ поверхности оболушарій чрезвычайно своеобразный видъ. Подробности строенія головного мозга сообщаетъ анатомія; я же счелъ нужнымъ привести здѣсь лишь то, что необходимо для пониманія дальнѣйшаго изложенія, которое мы посвятимъ ознакомленію съ дѣятельностью отдѣльныхъ частей головного мозга. Ознакомленіе это мы начнемъ съ продолговатаго мозга.

Продолговатый мозгъ, какъ по своей формѣ и строенію, такъ и по характеру своей дѣятельности, напоминаетъ во многомъ спинной мозгъ. Такъ же, какъ и въ спинномъ мозгу, бѣлое вещество его, т. е. пучки нервныхъ волоконъ, расположено по окружности, а сѣрое вещество (нервные клѣтки) расположено въ центрѣ, выступая дно такъ называемаго четвертаго мозгового желудочка, который въ свою очередь представляетъ собой расширенное продолженіе спинно-мозгового канала.

Дѣятельность продолговатаго мозга имѣетъ огромное жизненное значеніе для организма. Въ сѣромъ веществѣ его, на днѣ 4-го желудочка, находятся группы нервныхъ клѣтокъ, заведующихъ актомъ дыханія; это надо понимать въ томъ смыслѣ, что отъ этихъ нервныхъ клѣтокъ идутъ по двигательнымъ нервнымъ волокнамъ возбужденія внизъ, къ спинному мозгу, къ нервнымъ клѣткамъ его переднихъ роговъ, откуда раздраженія по двигательнымъ нервамъ одновременно передаются тѣмъ мышцамъ, сокращеніе которыхъ необходимо для акта дыханія. Такимъ образомъ, группа нервныхъ клѣтокъ продолговатаго мозга, объединяя дѣятельность нервныхъ клѣтокъ спинного мозга, обеспечиваетъ согласную работу дыхательныхъ мышцъ и, слѣдовательно, является дѣйствительной руководительницей акта дыханія, отчего она и получила названіе дыхательнаго центра ¹⁾.

1) Ударъ въ этомъ пунктѣ продолговатаго мозга можетъ вызвать моментально смерть животнаго, почему мѣсто это названо жизненнымъ узломъ.

Здѣсь умѣстно будетъ обратить вниманіе на одно обстоятельство. Рядъ нервныхъ клѣтокъ спинного мозга, отъ котораго ближайшимъ образомъ зависитъ сокращеніе дыхательныхъ мышцъ, подчиняется въ своей

По близости отъ дыхательнаго центра находятся другіе центры (т. е. группы нервныхъ клѣтокъ), завѣдующіе важными для жизни рефлекторными актами: центръ глотанія, центръ, регулирующий сердечную дѣятельность, рвотный центръ, центръ слюноотдѣленія, потоотдѣлительный центръ, и другіе. Обо всѣхъ этихъ центрахъ будетъ еще рѣчь впереди, когда мы будемъ изучать физиологію дыханія, кровообращенія, потоотдѣленія и такъ далѣе, и я сейчасъ ограничусь лишь ихъ перечисленіемъ. Итакъ, сѣрое вещество продолговатаго мозга, какъ и сѣрое вещество спинного мозга, играетъ роль центра чрезвычайно важныхъ и сложныхъ рефлекторныхъ движеній. Кромѣ того слѣдуетъ отмѣтить, что отъ нервныхъ клѣтокъ, заложенныхъ въ продолговатомъ мозгу, какъ отъ переднихъ и заднихъ роговъ спинного мозга, отходятъ двигательные и чувствительные черепные нервы (6 паръ).

Бѣлое вещество продолговатаго мозга состоитъ, какъ и въ спинномъ мозгу, изъ пучковъ нервныхъ волоконъ; среди этихъ пучковъ находятся такіе, которые являются непосредственнымъ продолженіемъ столбовъ спинного мозга. А именно: центрально-бѣжныя волокна спинного мозга, которыя, какъ Вы помните, заложены въ переднихъ и отчасти боковыхъ столбахъ его, въ продолговатомъ мозгу оказываются сдвинутыми къ средней линіи по передней поверхности, образуя такъ называемыя пирамиды. Изъ пирамидъ продолговатаго мозга пучки двигательныхъ (или центрально-бѣжныхъ) волоконъ направляются впередъ и, входя въ ножки мозга, дости-

работъ клѣткамъ продолговатаго мозга. Значитъ, продолговатый мозгъ въ данномъ случаѣ занимаетъ по отношенію къ спинному командующее положеніе. Въ такомъ же положеніи онъ оказывается и въ другихъ важныхъ актахъ. Такъ, напримѣръ, по протяженію спинного мозга разбѣяны группы нервныхъ клѣтокъ, завѣдующихъ отдѣленіемъ пота въ различныхъ частяхъ тѣла (такъ называемые потоотдѣлительные центры), но въ продолговатомъ мозгу имѣется главный потоотдѣлительный центръ, объединяющій работу этихъ спинно-мозговыхъ центровъ. Далѣе, имѣются въ спинномъ мозгѣ сосудодвигательные центры, т. е. нервныя клѣтки, завѣдующія распределеніемъ крови въ отдѣльныхъ областяхъ челоукаческаго организма, а надъ ними поставленъ находящійся въ продолговатомъ мозгѣ главный сосудодвигательный центръ, объединяющій работу многочисленныхъ спинно-мозговыхъ центровъ. Такимъ образомъ мы видимъ, что въ цѣломъ рядъ важныхъ для жизни актовъ спинной мозгъ, какъ рефлекторный механизмъ, подчиненъ въ своей работѣ продолговатому. Поднимаясь отъ спинного мозга къ головному, мы какъ бы поднимаемся по іерархической лѣстницѣ, переходимъ отъ низшихъ подчиненныхъ къ высшимъ руководителямъ.

гаютъ полушарій. Что касается чувствительныхъ, или центростремительныхъ, путей спинного мозга, расположенныхъ, какъ мы говорили, главнымъ образомъ въ заднихъ, а отчасти въ боковыхъ столбахъ его, то въ продолговатомъ мозгу они продолжаются въ наружныхъ и заднихъ столбахъ и также направляются отсюда къ ножкамъ мозга, располагаясь въ ихъ верхнихъ частяхъ, надъ двигательными пучками, образующими нижнюю часть, или основаніе, ножекъ. Такимъ образомъ, Вы видите, что ножки мозга содержатъ въ себѣ всѣ двигательные и чувствительные пути, идущіе изъ продолговатаго и спинного мозга. Надо отмѣтить здѣсь одно очень важное обстоятельство: какъ двигательные пучки, образующіе пирамиды, такъ и чувствительныя волокна подвергаются на пути своемъ, отчасти еще въ спинномъ мозгу, отчасти въ продолговатомъ, перекресту, т. е. волокна, находящіяся на правой сторонѣ, въ извѣстныхъ пунктахъ мѣняютъ свое направленіе и переходятъ на лѣвую сторону, и обратно. Этому перекресту подвергаются постепенно всѣ волокна, вступающія въ ножки мозга, такъ что, въ концѣ концовъ, правая ножка оказывается собраніемъ двигательныхъ и чувствительныхъ нервныхъ волоконъ лѣвой половины тѣла, а лѣвая ножка заключаетъ въ себѣ двигательные и чувствительные пути правой половины тѣла. Для того, чтобы уяснить себѣ практическое значеніе этого факта, предположимъ, что у животнаго удалена (съ цѣлью опыта), или у человека сдавлена какой-нибудь опухолью верхняя часть правой ножки мозга. Что произойдетъ тогда? То, что мы знаемъ о ходѣ нервныхъ волоконъ, дастъ намъ возможность дать на этотъ вопросъ опредѣленный отвѣтъ: такъ какъ въ верхней части правой ножки собраны всѣ чувствительныя волокна, идущія съ лѣвой половины тѣла, то очевидно, что при поврежденіи этого мѣста головного мозга всѣ раздраженія, получаемыя центростремительными волокнами лѣвой стороны тѣла, не достигнутъ клѣтокъ полушарій и, слѣдовательно, не переработаются въ ощущенія: такимъ образомъ уколъ булавкой, прикосновеніе холоднаго или горячаго къ какому-либо мѣсту лѣвой половины тѣла не вызовутъ никакихъ ощущеній, потому что нервныя раздраженія, дойдя до ножекъ мозга, встрѣтятъ здѣсь перерывъ, поврежденіе пути и не сумѣютъ, слѣдовательно, проникнуть въ (правое) полушаріе мозга, а между тѣмъ только здѣсь, въ нервныхъ клѣткахъ полушарій, раздраженія чувствительныхъ нервовъ превращаются въ ощущенія. Точно такъ же разсуждая, Вы можете отвѣтить на другіе подобные вопросы: что произойдетъ при поврежденіи нижней части правой ножки, при удаленіи всей лѣвой ножки, и т. д.?

Подводя итогъ сказанному о продолговатомъ мозгѣ и ножкахъ мозга, мы можемъ вкратцѣ слѣдующимъ образомъ охарактеризовать значеніе этихъ двухъ отдѣловъ головного мозга. Роль продолговатаго мозга тройкая: во-1-хъ, изъ нервныхъ клѣтокъ его берутъ начало 6 паръ черепныхъ нервовъ, для которыхъ эти клѣтки являются питательными центрами; во-2-хъ, въ сѣромъ веществѣ его, на днѣ 4-го желудочка, заложены группы нервныхъ клѣтокъ, служащія центрами чрезвычайно важныхъ рефлекторныхъ актовъ; и, наконецъ, въ-3-хъ, благодаря своему бѣлому веществу, продолговатый мозгъ выполняетъ роль проводника, промежуточной станціи, связывающей головной мозгъ со спиннымъ.

Роль ножекъ мозга исчерпывается тѣмъ, что онѣ являются дальнѣйшими этапами по направленію къ мозговымъ полушаріямъ тѣхъ двухъ великихъ нервныхъ путей, о которыхъ мы говорили. Теперь эти два пути уже яснѣе вырисовываются передъ Вами. Ихъ долженъ запечатлѣть въ своей памяти тотъ, кто желаетъ имѣть отчетливое представленіе о томъ, какъ совершаются наши произвольныя движенія, и какъ возникаютъ наши сознательныя ощущенія. И я вернусь еще разъ къ этимъ двумъ нервнымъ путямъ, чтобы начертить ихъ послѣдовательные этапы, но раньше я въ немногихъ словахъ коснусь дѣятельности другихъ частей головного мозга.

II.

Роль мозжечка, Вароліева моста и четверохолмія. — Роль большихъ полушарій. — Наблюденія надъ животными, у которыхъ были удалены полушарія. — Двигательныя и чувствительныя центры. — Слуховая и зрительная область. — Два великихъ нервныхъ пути: путь произвольныхъ движеній и путь сознательныхъ ощущеній. — Высшіе центры, центръ рѣчи. — Условія нормальной дѣятельности мозга. — Сонъ и сновидѣнія.

Относительно дѣятельности Вароліева моста, мозжечка и четверохолмія я ограничусь краткими замѣчаніями. Перечисленныя части головного мозга, въ особенности мозжечекъ, играютъ важную роль въ сохраненіи равновѣсія тѣла при разнообразныхъ его перемѣщеніяхъ. Какъ при обычной ходьбѣ, такъ и при бѣгѣ, прыганьи, а у птицъ во время полета, тѣло сохраняетъ равновѣсіе и удерживается отъ паденія въ ту или другую сторону посредствомъ ряда очень сложныхъ бессознательныхъ мышечныхъ сокращеній. Для того, чтобы животное (и человѣкъ) сохраняло равновѣсіе, необходимо, во-первыхъ, чтобы оно получало точныя осязательныя и зрительныя ощущенія съ поверхности или почвы, по которой оно ступаетъ; во-2-хъ, необходимо, чтобы оно имѣло вѣрное представленіе какъ

о положеніи различныхъ частей своего тѣла въ пространствѣ, такъ и о степени напряженія мышцъ, то есть то представленіе, которое, какъ мы знаемъ, дается мышечнымъ чувствомъ. Какое громадное вліяніе оказываютъ эти многочисленныя, обыкновенно лишь смутно сознаваемые нами, ощущенія на правильность походки, ярче всего доказываетъ картина болѣзни, уже однажды упомянутой, именно спинной сухотки. При ней бываютъ поражены задніе корешки и задніе столбы спинного мозга, то есть какъ разъ тѣ нервныя пути, которые проводятъ чувство осязанія и мышечное чувство. Въ здоровомъ тѣлѣ сигналы по этимъ путямъ доставляются мозжечку, который въ зависимости отъ нихъ посылаетъ соотвѣтствующія возбужденія, черезъ центрo-бѣжныя нервы, мышцамъ. У больного спинной сухоткой эти сигналы отсутствуютъ: табетикъ не чувствуетъ, такъ сказать, почвы подъ ногами, и ея неровности, спуски и подъемы не могутъ учитываться главнымъ механизмомъ—мозжечкомъ, больной не чувствуетъ также и ногъ своихъ (вслѣдствіе отсутствія у него мышечнаго чувства). Неудивительно, если при такихъ условіяхъ походка больного становится неувѣренной, ноги выбрасываются, въ движеніяхъ отсутствуетъ гармонія.

Понятно также, почему при закрытыхъ глазахъ, когда прекращается единственный оставшійся контроль надъ движеніями, больной шатается, съ трудомъ удерживаясь на ногахъ.

Итакъ, мозжечекъ играетъ роль сложнаго и очень важнаго механизма, регулирующаго наши движенія и удерживающаго тѣло въ равновѣсіи. Вотъ почему при удаленіи части или всего мозжечка у животныхъ, или при заболѣваніяхъ его у человѣка наступаютъ рѣзкія разстройства въ передвиженіи: походка становится шаткой, неувѣренной, и тѣло, не будучи въ состояніи сохранить равновѣсіе, стремится упасть въ сторону, впередъ или назадъ.

Вароліевъ мостъ и четверохолміе принимаютъ также участіе въ сохраненіи равновѣсія тѣла, но четверохолміе, помимо этого, имѣетъ еще близкое отношеніе къ акту зрѣнія. Дѣло въ томъ, что, какъ извѣстно изъ анатоміи, зрительные нервы въ полости черепа подвергаются перекресту и послѣ перекреста вступаютъ въ передніе бугорки четверохолмія. Такимъ образомъ, четверохолміе служитъ какъ бы промежуточной станціей на пути зрительныхъ нервовъ къ полушаріямъ. При удаленіи всего четверохолмія наступаетъ полная слѣпота, но изъ этого не слѣдуетъ заключать, что въ четверохолміи вырабатываются зрительныя ощущенія. Только въ нервныхъ клѣткахъ полушарій раздраженія, идущія по волокнамъ зрительнаго нерва, перерабатываются въ ощущенія свѣта, но,

удаляя четверохолміе, мы прерываемъ зрительный путь, и такимъ образомъ раздраженія не могутъ достигнуть полушарій и не могутъ, слѣдовательно, преобразоваться въ свѣтотыя ощущенія ¹⁾.

Намъ осталось еще разсмотрѣть дѣятельность послѣдней, чрезвычайно важной и самой интересной части головного мозга—его большихъ полушарій.

Большія полушарія головного мозга состоятъ изъ сѣраго и бѣлаго вещества, но ихъ распредѣленіе здѣсь совершенно иное, чѣмъ въ спинномъ и продолговатомъ мозгу; въ полушаріяхъ сѣрое вещество, въ видѣ расположенныхъ этажами другъ надъ другомъ нервныхъ клѣтокъ, образуетъ поверхностный слой, такъ называемую кору мозга. Бѣлое вещество, то есть пучки мякотныхъ нервныхъ волоконъ, расположено подъ корой. Направленіе волоконъ въ полушаріяхъ разнообразное: одни идутъ отъ нервныхъ клѣтокъ одного полушарія къ нервнымъ клѣткамъ того же полушарія, другія связываютъ различные пункты обоихъ полушарій; третьи, наконецъ, вступаютъ въ мозговые ножки, при помощи которыхъ, какъ Вы уже знаете, полушарія соединяются съ продолговатымъ и спиннымъ мозгомъ ²⁾.

Въ чемъ же выражается дѣятельность мозговыхъ полушарій?

Когда я говорилъ, что съ дѣятельностью головного мозга тѣсно связана умственная жизнь, я имѣлъ въ виду именно полушарія мозга. Въ нихъ, въ нервныхъ клѣткахъ коры, зарождается все, что носитъ характеръ сознательности: въ нихъ возникаютъ сознательныя ощущенія, желанія, образы, чувства. Кора полушарій—это вмѣстилище всей нашей душевной жизни, это мастерская нашихъ желаній, мыслей и чувствъ. Что такая оцѣнка роли полушарій справедлива, доказываетъ рядъ фактовъ.

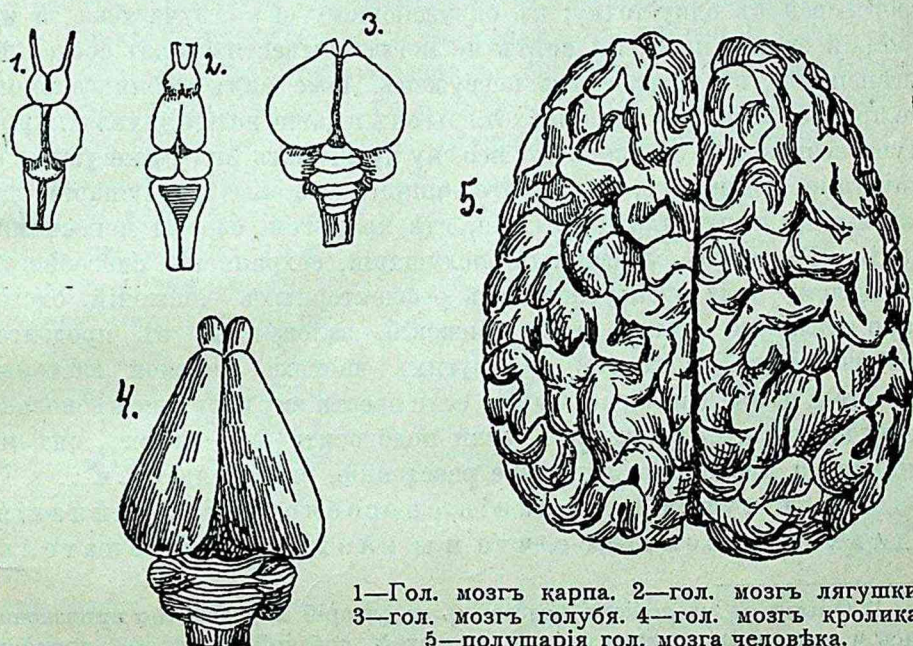
Во-1-хъ, установлено, что чѣмъ животное стоитъ выше въ своемъ умственномъ развитіи, тѣмъ большихъ размѣровъ достигаютъ его большія полушарія. На рисункѣ изображены головные мозги карпа, лягушки, голубя, кролика и человѣка.

Только у человѣка, какъ Вы можете убѣдиться, полушарія достигаютъ такого развитія, что прикрываютъ собой остальные части головного мозга.

¹⁾ У человѣка (и обезьяны) разрушеніе четверохолмія не влечетъ за собой слѣпоты, такъ какъ у человѣка лишь небольшая часть волоконъ зрительнаго нерва направляется къ четверохолмію, большая же часть ихъ оканчивается въ *corpus genicul. laterale*.

²⁾ Надо отмѣтить, что въ томъ мѣстѣ, гдѣ ножки мозга вступаютъ въ толщу полушарій, имѣются большія скопленія сѣраго вещества (такъ называемые зрительныя бугры, и другія).

Далѣе, степень интеллигентности находится въ зависимости не только отъ количества мозговой массы, но и отъ ея, такъ сказать, качества. Рѣшающее значеніе имѣетъ развитіе сѣраго вещества. Ничей мозгъ не отличается такимъ богатствомъ складокъ, или извилинъ, какъ мозгъ человѣка ¹⁾; а вѣдь ясно, что съ увеличеніемъ



1—Гол. мозгъ карпа. 2—гол. мозгъ лягушки.
3—гол. мозгъ голубя. 4—гол. мозгъ кролика.
5—полушарія гол. мозга человѣка.

и углубленіемъ складокъ увеличивается поверхность, занимаемая сѣрымъ веществомъ, увеличивается, слѣдовательно, количество нервныхъ клѣтокъ. Замѣчено также, что мозгъ высокоодаренныхъ людей отличается богатствомъ и глубиной своихъ извилинъ въ сравненіи съ мозгомъ среднихъ людей.

Всѣ эти факты достаточно убѣдительно говорятъ о томъ, что кора полушарій является дѣйствительно вмѣстилищемъ духовной жизни, но въ виду чрезвычайной важности этого вопроса я считаю необходимымъ привести нѣкоторыя относящіяся сюда изслѣдованія и наблюденія ученыхъ.

О значеніи какого-либо органа часто лучше всего можно судить по тѣмъ послѣдствіямъ, которыя вызываетъ потеря его. И

¹⁾ У низшихъ животныхъ (рыбъ, лягушекъ и птицъ) борозды совершенно отсутствуютъ, у собаки большой мозгъ уже богатъ извилинами, но особенно много извилинъ мы находимъ у слона, самаго умнаго изъ животныхъ. Впрочемъ, встрѣчаются и отклоненія отъ этого закона: такъ, напримѣръ, у нѣкоторыхъ тупоумныхъ животныхъ (напримѣръ, у рогатаго скота) полушарія богаты извилинами.

вотъ физиологи, желая изучить роль полушарій головного мозга, удаляли ихъ у разныхъ животныхъ, и результаты получились чрезвычайно поучительные. Видъ голубя, у котораго удалены полушарія, представляетъ собой поразительное зрѣлище. Онъ сидитъ неподвижно, какъ бы погруженный въ сонъ, вперивъ равнодушно взоръ свой въ одну точку; къ окружающему онъ безучастенъ, и ни громкій звукъ, ни яркій свѣтъ не могутъ вывести его изъ состоянія оцѣпенѣнія, въ которое онъ погруженъ. Даже видъ любимаго корма не привлекаетъ его вниманія, хотя бы онъ и давно не принималъ пищи. Лучъ сознанія не озаряетъ его; все ему чуждо, онъ ничего не узнаетъ, ничего не понимаетъ, потому что лишился мозговыхъ полушарій, гдѣ зарождаются чувства и желанія, гдѣ хранятся образы и воспоминанія. Но голубь, лишенный полушарій, сохраняетъ способность къ цѣлому ряду очень сложныхъ рефлекторныхъ движеній, благодаря тому, что центры этихъ движеній, заложенные въ продолговатомъ мозгу, мозжечкѣ и другихъ частяхъ нервной системы, остаются цѣлы. Такъ, напримѣръ, если ввести ему насильно нѣсколько зеренъ, онъ ихъ проглотитъ, если подброситъ его вверхъ, онъ не упадетъ, а, пролетѣвъ извѣстное разстояніе, снова сядетъ, и т. д. ¹⁾.

Итакъ, чувства, желанія, способность запоминанія, однимъ словомъ, все, что мы называемъ сознатель-

¹⁾ Опыты съ удаленіемъ мозговыхъ полушарій многократно производились и надъ другими животными (лягушкой, собакой и проч.), причемъ обнаружилась одна интересная черта. Оказалось, что чѣмъ животное стоитъ ниже по своему умственному развитію, чѣмъ оно легче переноситъ операцію удаленія полушарій, и тѣмъ операція эта меньше отзывается на весь организмъ, такъ какъ, повидимому, проблески сознанія сохраняются въ нижележащихъ частяхъ нервной системы. Такимъ образомъ, рыба (напримѣръ, карпъ), по удаленіи полушарій, сохраняетъ способность не только производить рефлекторныя движенія, но и произвольно передвигаться и даже выбирать себѣ пищу; лягушка, оправившись послѣ операціи, охотится за мухами. Но уже птицъ, какъ мы видѣли, разрушеніе полушарій низводитъ до уровня автомата. То же примѣнимо и къ млекопитающимъ, у которыхъ послѣ операціи удается лишь съ величайшимъ трудомъ сохранить жизнь. Такимъ образомъ, сознательная жизнь на разныхъ ступеняхъ животнаго царства рисуется въ такомъ свѣтѣ: у низшихъ животныхъ едва мерцающія искры ума и сознанія вспыхиваютъ, помимо полушарій, и въ другихъ частяхъ центральной нервной системы. Переходя къ высшимъ животнымъ, мы видимъ, какъ искры сознанія постепенно разгораются, и какъ вмѣстѣ съ ростомъ сознанія растетъ и значеніе полушарій для душевной жизни. Наконецъ, у человѣка сознаніе загорается яркимъ свѣтомъ, озаряющимъ все его существованіе, и вмѣстѣ съ тѣмъ кора полушарій занимаетъ господствующее положеніе надъ всей нервной системой, становясь безраздѣльнымъ царствомъ духа, такъ что съ удаленіемъ полушарій (если вообразить выполненіе такой операціи) человѣкъ лишился бы всего человѣческаго.

ной жизнью, связано (по крайней мѣрѣ у млекопитающихъ) съ дѣятельностью нервныхъ клѣтокъ коры большихъ полушарій.

Другой рядъ опытовъ обнаружилъ, что различные участки коры имѣютъ различное значеніе. Опыты заключались въ удаленіи не обоихъ полушарій цѣликомъ, а въ вылученіи отдѣльныхъ участковъ коры. Результатъ получался различный, смотря по тому, какой участокъ удалялся. При вылученіи, на примѣръ, затылочныхъ долей обоихъ полушарій наступаетъ полная слѣпота. Здѣсь, въ нервныхъ клѣткахъ этого участка коры, раздраженія, распространяющіяся по зрительнымъ нервамъ, превращаются въ свѣтовые ощущенія; здѣсь же разъ видѣнное запечатлѣвается, оставляя по себѣ въ нервныхъ клѣткахъ какой-то слѣдъ, благодаря чему мы узнаемъ однажды встрѣтившееся уже намъ въ жизни.

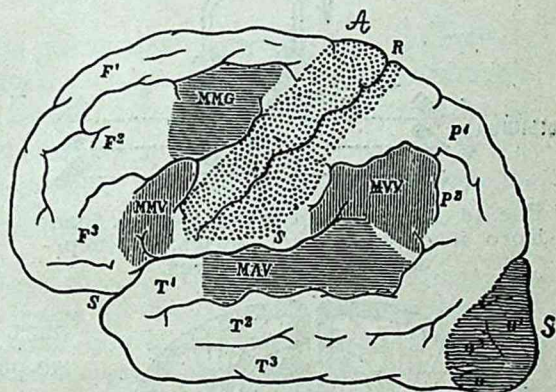


Рис. 15. Лѣвое полушаріе головного мозга. F^1 , F^2 и F^3 —лобныя извилины; T^1 , T^2 и T^3 —височныя извилины; P^1 и P^2 —теменные. MMV —двигательный центръ рѣчи; MAV —чувствительный центръ рѣчи; A —область двигательныхъ и осязательныхъ центровъ. S —зрительная область.

Эта часть затылочной доли коры получила названіе зрительной области. Въ височной долѣ заложена слуховая область, имѣющая для звуковыхъ ощущеній такое же значеніе, какъ зрительная область для зрительныхъ ощущеній ¹⁾.

¹⁾ Чрезвычайно своеобразная картина получилась при удаленіи у животныхъ (собаки) не всей зрительной или слуховой области, а только ихъ центральныхъ участковъ, въ которыхъ, очевидно, хранятся слѣды, образы испытанныхъ ощущеній: животное послѣ операціи продолжало видѣть (или слышать), но не было въ состояніи сознательно воспринимать. Оно не узнавало себя въ зеркалѣ, не узнавало окружающихъ предметовъ и своего хозяина (или его голоса), не выражало беспокойства при видѣ раньше хорошо знакомой палки, и тому подобное. Состоянію этому дано мѣткое названіе душевной слѣпоты или душевной глухоты. Оно представляетъ особый интересъ потому, что и у людей оно наблюдалось, при чемъ послѣ смерти, при вскрытіи такихъ больныхъ, оказывались пораженными болѣзненнымъ процессомъ описанные участки коры. При жизни больные (на примѣръ, душевной слѣпотой) видѣли ясно предметы и окружающія лица, но не узнавали ихъ, не узнавали своихъ знакомыхъ и даже самыхъ близкихъ родныхъ.

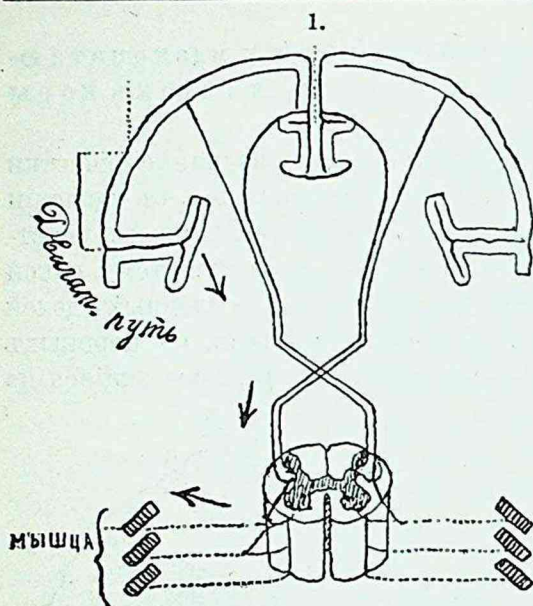


Рис. 16. Двигательный путь. 1—кора большого мозга; 2 — спин. мозгъ; 3 — перекрѣстъ двигат. путей.

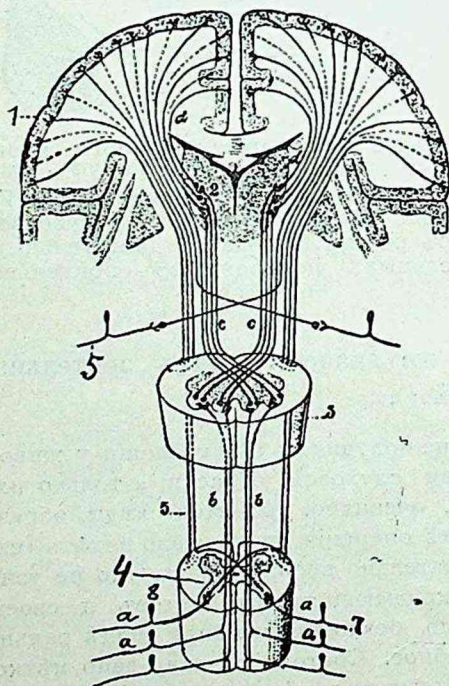


Рис. 17. Чувствительный путь. 1—кора большого мозга; 2—зрительный бугоръ; 3—продолговатый мозгъ; 4—спинной мозгъ; 5—головной чувствит. нервъ; 7—задній корешокъ; a b c d—чувствительный путь.

Далѣе, установлено существованіе въ мозговой корѣ обширной области такъ называемыхъ **чувствительныхъ и двигательныхъ центровъ**. Однѣ нервныя клѣтки этой области являются тѣмъ мѣстомъ, гдѣ раздраженія, дошедшія по центростремительнымъ путямъ, превращаются въ ощущенія (осязанія и мышечное чувство).

Эти клѣтки, слѣдовательно, являются конечными пунктами того длиннаго центростремительнаго, или чувствительнаго, пути, о которомъ была у насъ рѣчь. Другія клѣтки этой же области являются начальной станціей, исходнымъ пунктомъ другого нервнаго пути, центробѣжнаго, пути произвольныхъ движеній. Въ этихъ клѣткахъ зарождаются желанія, волевые возбужденія, которые отсюда по описанному длинному пути (мозговой ножкѣ, пирамидамъ продолговатаго мозга и такъ далѣе) идутъ, пока не достигнутъ тѣхъ мышцъ, которыя намъ желательно сократить и привести въ движеніе. Ясно должно быть для Васъ, что болѣзненное пораженіе или разрушеніе этой области повлечетъ за собой потерю чувствительности и параличъ (то есть неспособность къ произвольнымъ движеніямъ) на противоположной сторонѣ, такъ какъ двига-

тельный и чувствительный пути, какъ Вамъ извѣстно, подвергаются перекресту.

На рисункѣ изображенъ планъ обоихъ нервныхъ путей. Конечно, легко представить себѣ и болѣе короткіе пути. Такъ, напримѣръ, при произвольномъ сокращеніи какой-нибудь мышцы лица возбужденіе, идущее изъ нервной клѣтки коры, чтобы дойти до мышцы, не должно пробѣжать по всему изображенному пути: спинной мозгъ въ данномъ случаѣ не будетъ включенъ въ маршрутъ. Точно такъ же и чувствительное раздраженіе этой части тѣла дойдетъ до коры и превратится въ ощущеніе, не пробѣгая черезъ спинной мозгъ ¹⁾.

Всѣ приведенные факты заставляютъ прийти къ тому выводу, что въ сложной дѣятельности нервныхъ клѣтокъ коры полушарій, обнимающей всю нашу душевную жизнь, проведенъ тотъ же законъ раздѣленія труда, который красной нитью проходитъ черезъ всю работу нашего тѣла. Отдѣльные участки коры не равноцѣнны, такъ какъ ихъ специальное назначеніе различно ²⁾.

¹⁾ Существенное отличіе между центро-бѣжнымъ путемъ, ведущимъ отъ коры большого мозга черезъ передніе столбы спинного мозга къ мышцамъ, и длиннымъ центро-стремительнымъ путемъ, ведущимъ отъ поверхности тѣла черезъ задніе столбы спинного мозга къ корѣ полушарій, заключается въ томъ, что центро-бѣжный путь (путь произвольныхъ движеній) состоитъ изъ двухъ, расположенныхъ другъ надъ другомъ, нейроновъ, между тѣмъ какъ центро-стремительный путь (путь ощущеній) составленъ изъ трехъ (и болѣе) нейроновъ, (см. рис. 16 и 17). Первымъ нейрономъ двигательнаго пути являются нервныя клѣтки двигательной области коры; невриты ихъ спускаются черезъ ножки мозга, пирамиды продолговатаго мозга, передніе столбы спинного мозга къ переднимъ рогамъ другой стороны, гдѣ оканчиваются вокругъ двигательныхъ клѣтокъ. Эти послѣднія начинаютъ собой 2-й нейронъ, невриты котораго (двигательныя нервныя волокна) направляются къ мышцамъ. Первымъ нейрономъ чувствительнаго пути являются нервныя клѣтки спинальных узловъ, дальше путь идетъ по заднимъ столбамъ спинного мозга, но прежде чѣмъ дойти до конечной станціи—чувствительныхъ клѣтокъ коры полушарій—путь этотъ прерывается въ различныхъ скопленіяхъ сѣраго вещества (въ продолговатомъ мозгу, зрительныхъ буграхъ), откуда начинаются новые нейроны.

²⁾ Легко замѣтить, что центры чувствъ (зрительная, слуховая, осязательная и др. области) занимаютъ только небольшую часть коры. Въ остальной—большей—сосредоточены центры болѣе высокаго порядка, характеризующіеся болѣе сложной работой, такъ называемые объединяющіе (ассоціативные) центры. Въ отличіе отъ описанныхъ выше центровъ (зрительнаго, слухового и др.), связанныхъ центро-стремительными нервными путями съ органами чувствъ (глазомъ, ухомъ, кожей), а черезъ нихъ съ внѣшнимъ міромъ, высшіе центры не находятся въ связи съ внѣшнимъ міромъ, къ нимъ по миллионамъ нервныхъ нитей

Я далеко не все сказалъ о дѣятельности головного мозга, но и того, что сказано, достаточно, я думаю, для того, чтобы Вы получили представление о громадной работѣ, которую головной мозгъ выполняетъ. Вспомните, сколько чувствъ, мыслей, желаній, образовъ про-

притекають возбужденія изъ различныхъ центровъ коры, въ нихъ отдѣльные чувства объединяются и перерабатываются въ цѣльный образъ, представление, идею. Пояснимъ эту сложную работу ассоціативнаго центра на примѣрѣ. Мы получаемъ опредѣленное представление о розѣ благодаря тѣмъ осязательнымъ, зрительнымъ и обонятельнымъ ощущеніямъ, которыя она черезъ посредство нашихъ органовъ чувствъ многократно доставляла намъ. Ощущенія эти, какъ мы видѣли, возникаютъ въ различныхъ областяхъ мозговой коры, тамъ они, такъ сказать, откладываются, запечатлѣваются, запоминаются. Но при мысли о розѣ у насъ вѣдь возникаютъ не эти разрозненные ощущенія, а цѣльный образъ. Вотъ эта цѣльность образа и является продуктомъ дѣятельности ассоціативнаго центра, связывающаго и объединяющаго въ одномъ стройномъ сочетаніи работу отдѣльныхъ центровъ.

Къ разряду такихъ сложныхъ центровъ относится имѣющійся въ корѣ центръ рѣчи. Его дѣятельность и значеніе выяснятся изъ слѣдующаго примѣра. Когда ребенка учатъ говорить и произносятъ передъ нимъ какое-нибудь слово, напр. „роза“, звуковыя раздраженія по слуховому нерву проводятся въ слуховой центръ, гдѣ вырабатываются звуковыя ощущенія и гдѣ они запечатлѣваются. Но слово—не сочетаніе пустыхъ звуковъ, оно имѣетъ содержаніе. Со словомъ „роза“, для осмысленнаго его усвоенія, у ребенка должны связываться извѣстные ощущенія; такимъ образомъ должна быть установлена связь между звуковыми образами и ощущеніями, доставляемыми розой. Эта работа выполняется такъ называемымъ чувственнымъ центромъ рѣчи. Далѣе, для того, чтобы произнести или повторить данное слово, долженъ притти въ движеніе рядъ мышцъ, различнымъ образомъ напрягаемыхъ. Каждая мышца сокращается, какъ Вамъ извѣстно, подъ влияніемъ возбужденія, идущаго изъ опредѣленныхъ пунктовъ (двигательныхъ центровъ) мозговой коры. Гармоническое участіе всѣхъ мышцъ, сокращеніе которыхъ необходимо для произнесенія слова, возможно тогда, когда всѣ эти двигательные центры находятся подъ общимъ-либо общимъ руководствомъ. Эту роль высшаго руководителя беретъ на себя участокъ коры (въ одной изъ лобныхъ извилинъ лѣваго полушарія), получившій названіе двигательнаго центра рѣчи. Такимъ образомъ онъ играетъ по отношенію къ двигательнымъ центрамъ мышцъ, участвующихъ въ рѣчи, такую же роль, какъ дыхательный центръ по отношенію къ нервнымъ клѣткамъ переднихъ роговъ спинного мозга, посылающимъ возбужденія къ дыхательнымъ мышцамъ. Какъ дыхательный центръ своей дѣятельностью обезпечиваетъ согласное сокращеніе дыхательныхъ мышцъ, такъ и двигательный центръ рѣчи создаетъ согласное сокращеніе мышцъ рѣчи. Пораженіе двигательнаго центра рѣчи (не смотря на то, что сохранены мышцы рѣчи и нервные пути, ведущіе къ нимъ) дѣлаетъ невозможнымъ самостоятельное произнесеніе или повтореніе словъ, но больной понимаетъ все, что говорятъ. Если же, при цѣлости двигательнаго центра, болѣзненнымъ процессомъ пораженъ чувственный

носятся въ нашей головѣ въ теченіе дня, часа, иногда въ теченіе минуты! А вѣдь все это связано съ дѣятельностью нервныхъ клѣтокъ головного мозга. Существуютъ въ мозгу группы клѣтокъ, которыя никогда не знаютъ отдыха, которыя отъ момента появленія человѣка на свѣтъ до послѣдняго вздоха его всегда находятся въ дѣятельномъ состояніи (таковы, напримѣръ, клѣтки, заведующія дыханіемъ, регулируюція сердечную дѣятельность и другія).

При такой усиленной работѣ вполне понятно, что мозгъ требуетъ обильнаго питанія, обильной доставки горючаго матеріала. Мы вѣдь говорили, что чѣмъ болѣшую работу производитъ живая клѣтка, тѣмъ усиленнѣе тратится ею въ процессѣ горѣнія питательный или горючій матеріалъ. На мозгъ эти слова вполне оправдываются. Мягкая мозговая масса обильно орошается кровью. Мозгъ, словно губка, пропитанъ кровью, причемъ въ бодрствующемъ состояніи крови приливаетъ больше къ мозгу, чѣмъ во время покоя (во снѣ), когда мозгъ становится малокровнымъ. Что мозговая дѣятельность сопровождается процессомъ горѣнія въ нервныхъ клѣткахъ, доказываетъ тотъ фактъ, что температура работающаго мозга выше температуры мозга во время сна.

Въ заключеніе главы о роли и работѣ головного мозга я считаю необходимымъ намѣтить, хотя бы въ основныхъ чертахъ, условія, наличность которыхъ обязательна для того, чтобы мозгу была дана возможность правильно развивать свою изумительную дѣятельность.

Кипучая работа нервной клѣтки, какъ мы говорили, сопровождается усиленнымъ горѣніемъ, энергичнымъ распадомъ живого вещества, и если этотъ распадъ не приводитъ къ ея уничтоженію, то это потому, что рядомъ съ разрушеніемъ идетъ въ нервной клѣткѣ возстановленіе протоплазмы. Такъ, нервная клѣтка, пока она сохраняетъ свои жизненные свойства, служитъ постоянной ареной разрушительныхъ и созидательныхъ процессовъ.

Отсюда ясно, что нервнымъ клѣткамъ, или мозгу, должна быть обезпечена непрерывная доставка горючаго или строительнаго матеріала. И тотъ и другой поставляются кровью; понятно поэтому, что нормальный составъ и нормальное количество притекающей крови является основнымъ условіемъ

центръ рѣчи (онъ помѣщается въ височной долѣ лѣваго полушарія), то-есть мѣсто, гдѣ устанавливается и запечатлѣвается связь между словомъ и его содержаніемъ, больной въ состояніи произносить слова, но они ему ничего не говорятъ, онъ слышитъ рѣчь, не понимая ее, такъ какъ для него утерянъ смыслъ, скрытый въ каждомъ словѣ, и поэтому для него слова—пустые, лишенные смысла звуки.

здороваго состоянія мозга. Въ силу напряженности и необыкновенной сложности своей работы, нервная клѣтка болѣе, чѣмъ какая-либо другая клѣтка нашего тѣла, чувствительна къ нарушенію питанія (кровообращенія). Такимъ образомъ внезапно наступающее малокровіе мозга (вслѣдствіе, напримѣръ, кровотеченія или мгновенной остановки сердца) влечетъ за собой обморокъ, то есть потерю сознанія вслѣдствіе временнаго прекращенія дѣятельности обѣднѣвшихъ кровью клѣтокъ коры полушарій ¹⁾. Значеніе кровообращенія для мозговой дѣятельности видно изъ слѣдующаго факта: у одного итальянскаго фізіолога находился подъ наблюденіемъ больной, у котораго вслѣдствіе поврежденія кости лобная часть мозга была обнажена, и вотъ, когда у больного сдавливали пальцами на шеѣ сонную артерію и такимъ образомъ преграждали доступъ крови въ упомянутую часть мозга (можно было видѣть, какъ она становилась блѣдною)—больной, спустя шесть секундъ, засыпалъ; какъ только сжатіе прекращалось, больной просыпался.

Помимо правильнаго кровообращенія, мозгъ, чтобы быть въ состояніи нормально работать, нуждается, подобно мышцамъ, или вѣрнѣе, гораздо болѣе, чѣмъ мышцы, въ отдыхѣ. Дѣло въ томъ, что усиленная дѣятельность мозга (въ теченіе дня) сопровождается накопленіемъ въ его клѣткахъ продуктовъ горѣнія, которыхъ токъ крови не успѣваетъ удалить; накапливающіяся такимъ образомъ вещества вызываютъ утомленіе мозга. Усталость мозга тѣмъ легче наступаетъ, что нервныя клѣтки съ ихъ хрупкимъ и необыкновенно тонкимъ строеніемъ чрезвычайно легко повреждаются дѣйствіемъ всякихъ ядовитыхъ веществъ. Продукты горѣнія, образующіеся въ мозгу во время его работы, играютъ роль яда, отравляющаго нервныя клѣтки, понижающаго ихъ жизнедѣятельность, результатомъ чего является мозговая усталость. Необходимо поэтому, чтобы головной мозгъ или, по крайней мѣрѣ, та часть его, которая совершаетъ самую сложную работу, то есть кора полушарій, на время прекращала свою дѣятельность. Отсюда непреодолимая потребность во снѣ ²⁾. Во время сна продукты горѣнія

1) Обморокъ по той же причинѣ можетъ наступить у малокровныхъ лицъ при вставаніи послѣ долгаго сидѣнія или лежанія: при этомъ въ силу тяжести происходитъ быстрый кратковременный отливъ крови отъ мозга, кратковременное малокровіе его.

2) Лишеніе сна убійственно для мозга и для всего человѣческаго организма, въ жизни котораго мозгъ играетъ такую огромную, руководящую роль. Въ Китаѣ, изощрявшемся въ придумываніи жестокихъ казней, существовало и такое наказаніе: осужденному, пользовавшемуся недурнымъ уходомъ, не давали заснуть. Не проходило 5—7 дней, и несчастный, обреченный на муки насильственной бессонницы, умиралъ.

(такъ называемыя утомляющія вещества: углекислота, молочная кислота и другія) удаляются, и освобожденные отъ нихъ нервныя клѣтки къ утру снова могутъ начать свою удивительную по сложности и напряженности работу ¹⁾).

Послѣднимъ, чрезвычайно важнымъ условіемъ для успѣшнаго проявленія и роста способностей, заложенныхъ въ нервныхъ клѣткахъ коры полушарій, является упражненіе. Насколько работа мозга совершеннѣе и сложнѣе работы мышцъ, настолько мозговая

¹⁾ Во время глубокаго сна угасаетъ всякая психическая жизнь; человекъ какъ бы на время лишается своихъ большихъ полушарій. Наступленію сна способствуетъ не только усталость мозга, вызванная накопленіемъ утомляющихъ веществъ (углекислоты и другихъ) въ теченіе тревожной и напряженной работы дня, но и прекращеніе всякихъ раздраженій извнѣ (тишина, темнота въ спальнѣ). Насколько отсутствіе раздраженій является само по себѣ благоприятнымъ условіемъ для наступленія сна, видно изъ слѣдующаго интереснаго наблюденія. Въ одной изъ германскихъ клиникъ лежалъ больной, который былъ лишенъ цѣлаго ряда ощущеній (обонянія, вкуса, кожной чувствительности, мышечнаго чувства), онъ былъ слѣпъ на одинъ глазъ и глухъ на одно ухо. Міръ окружающій открывался ему только черезъ посредство ощущеній, которыя доставляли здоровый глазъ и ухо, это были единственныя нити, связывающія его съ внѣшнимъ міромъ, и когда эти нити прерывались, то есть когда глазъ и ухо закрывали, мозгъ, не получая никакихъ раздраженій, погружался въ покой: больной засыпалъ.

Неглубокій сонъ характеризуется сновидѣніями, то есть той фантастической жизнью ¹⁾ ²⁾ ³⁾ ⁴⁾ ⁵⁾ ⁶⁾ ⁷⁾ ⁸⁾ ⁹⁾ ¹⁰⁾ ¹¹⁾ ¹²⁾ ¹³⁾ ¹⁴⁾ ¹⁵⁾ ¹⁶⁾ ¹⁷⁾ ¹⁸⁾ ¹⁹⁾ ²⁰⁾ ²¹⁾ ²²⁾ ²³⁾ ²⁴⁾ ²⁵⁾ ²⁶⁾ ²⁷⁾ ²⁸⁾ ²⁹⁾ ³⁰⁾ ³¹⁾ ³²⁾ ³³⁾ ³⁴⁾ ³⁵⁾ ³⁶⁾ ³⁷⁾ ³⁸⁾ ³⁹⁾ ⁴⁰⁾ ⁴¹⁾ ⁴²⁾ ⁴³⁾ ⁴⁴⁾ ⁴⁵⁾ ⁴⁶⁾ ⁴⁷⁾ ⁴⁸⁾ ⁴⁹⁾ ⁵⁰⁾ ⁵¹⁾ ⁵²⁾ ⁵³⁾ ⁵⁴⁾ ⁵⁵⁾ ⁵⁶⁾ ⁵⁷⁾ ⁵⁸⁾ ⁵⁹⁾ ⁶⁰⁾ ⁶¹⁾ ⁶²⁾ ⁶³⁾ ⁶⁴⁾ ⁶⁵⁾ ⁶⁶⁾ ⁶⁷⁾ ⁶⁸⁾ ⁶⁹⁾ ⁷⁰⁾ ⁷¹⁾ ⁷²⁾ ⁷³⁾ ⁷⁴⁾ ⁷⁵⁾ ⁷⁶⁾ ⁷⁷⁾ ⁷⁸⁾ ⁷⁹⁾ ⁸⁰⁾ ⁸¹⁾ ⁸²⁾ ⁸³⁾ ⁸⁴⁾ ⁸⁵⁾ ⁸⁶⁾ ⁸⁷⁾ ⁸⁸⁾ ⁸⁹⁾ ⁹⁰⁾ ⁹¹⁾ ⁹²⁾ ⁹³⁾ ⁹⁴⁾ ⁹⁵⁾ ⁹⁶⁾ ⁹⁷⁾ ⁹⁸⁾ ⁹⁹⁾ ¹⁰⁰⁾ ¹⁰¹⁾ ¹⁰²⁾ ¹⁰³⁾ ¹⁰⁴⁾ ¹⁰⁵⁾ ¹⁰⁶⁾ ¹⁰⁷⁾ ¹⁰⁸⁾ ¹⁰⁹⁾ ¹¹⁰⁾ ¹¹¹⁾ ¹¹²⁾ ¹¹³⁾ ¹¹⁴⁾ ¹¹⁵⁾ ¹¹⁶⁾ ¹¹⁷⁾ ¹¹⁸⁾ ¹¹⁹⁾ ¹²⁰⁾ ¹²¹⁾ ¹²²⁾ ¹²³⁾ ¹²⁴⁾ ¹²⁵⁾ ¹²⁶⁾ ¹²⁷⁾ ¹²⁸⁾ ¹²⁹⁾ ¹³⁰⁾ ¹³¹⁾ ¹³²⁾ ¹³³⁾ ¹³⁴⁾ ¹³⁵⁾ ¹³⁶⁾ ¹³⁷⁾ ¹³⁸⁾ ¹³⁹⁾ ¹⁴⁰⁾ ¹⁴¹⁾ ¹⁴²⁾ ¹⁴³⁾ ¹⁴⁴⁾ ¹⁴⁵⁾ ¹⁴⁶⁾ ¹⁴⁷⁾ ¹⁴⁸⁾ ¹⁴⁹⁾ ¹⁵⁰⁾ ¹⁵¹⁾ ¹⁵²⁾ ¹⁵³⁾ ¹⁵⁴⁾ ¹⁵⁵⁾ ¹⁵⁶⁾ ¹⁵⁷⁾ ¹⁵⁸⁾ ¹⁵⁹⁾ ¹⁶⁰⁾ ¹⁶¹⁾ ¹⁶²⁾ ¹⁶³⁾ ¹⁶⁴⁾ ¹⁶⁵⁾ ¹⁶⁶⁾ ¹⁶⁷⁾ ¹⁶⁸⁾ ¹⁶⁹⁾ ¹⁷⁰⁾ ¹⁷¹⁾ ¹⁷²⁾ ¹⁷³⁾ ¹⁷⁴⁾ ¹⁷⁵⁾ ¹⁷⁶⁾ ¹⁷⁷⁾ ¹⁷⁸⁾ ¹⁷⁹⁾ ¹⁸⁰⁾ ¹⁸¹⁾ ¹⁸²⁾ ¹⁸³⁾ ¹⁸⁴⁾ ¹⁸⁵⁾ ¹⁸⁶⁾ ¹⁸⁷⁾ ¹⁸⁸⁾ ¹⁸⁹⁾ ¹⁹⁰⁾ ¹⁹¹⁾ ¹⁹²⁾ ¹⁹³⁾ ¹⁹⁴⁾ ¹⁹⁵⁾ ¹⁹⁶⁾ ¹⁹⁷⁾ ¹⁹⁸⁾ ¹⁹⁹⁾ ²⁰⁰⁾ ²⁰¹⁾ ²⁰²⁾ ²⁰³⁾ ²⁰⁴⁾ ²⁰⁵⁾ ²⁰⁶⁾ ²⁰⁷⁾ ²⁰⁸⁾ ²⁰⁹⁾ ²¹⁰⁾ ²¹¹⁾ ²¹²⁾ ²¹³⁾ ²¹⁴⁾ ²¹⁵⁾ ²¹⁶⁾ ²¹⁷⁾ ²¹⁸⁾ ²¹⁹⁾ ²²⁰⁾ ²²¹⁾ ²²²⁾ ²²³⁾ ²²⁴⁾ ²²⁵⁾ ²²⁶⁾ ²²⁷⁾ ²²⁸⁾ ²²⁹⁾ ²³⁰⁾ ²³¹⁾ ²³²⁾ ²³³⁾ ²³⁴⁾ ²³⁵⁾ ²³⁶⁾ ²³⁷⁾ ²³⁸⁾ ²³⁹⁾ ²⁴⁰⁾ ²⁴¹⁾ ²⁴²⁾ ²⁴³⁾ ²⁴⁴⁾ ²⁴⁵⁾ ²⁴⁶⁾ ²⁴⁷⁾ ²⁴⁸⁾ ²⁴⁹⁾ ²⁵⁰⁾ ²⁵¹⁾ ²⁵²⁾ ²⁵³⁾ ²⁵⁴⁾ ²⁵⁵⁾ ²⁵⁶⁾ ²⁵⁷⁾ ²⁵⁸⁾ ²⁵⁹⁾ ²⁶⁰⁾ ²⁶¹⁾ ²⁶²⁾ ²⁶³⁾ ²⁶⁴⁾ ²⁶⁵⁾ ²⁶⁶⁾ ²⁶⁷⁾ ²⁶⁸⁾ ²⁶⁹⁾ ²⁷⁰⁾ ²⁷¹⁾ ²⁷²⁾ ²⁷³⁾ ²⁷⁴⁾ ²⁷⁵⁾ ²⁷⁶⁾ ²⁷⁷⁾ ²⁷⁸⁾ ²⁷⁹⁾ ²⁸⁰⁾ ²⁸¹⁾ ²⁸²⁾ ²⁸³⁾ ²⁸⁴⁾ ²⁸⁵⁾ ²⁸⁶⁾ ²⁸⁷⁾ ²⁸⁸⁾ ²⁸⁹⁾ ²⁹⁰⁾ ²⁹¹⁾ ²⁹²⁾ ²⁹³⁾ ²⁹⁴⁾ ²⁹⁵⁾ ²⁹⁶⁾ ²⁹⁷⁾ ²⁹⁸⁾ ²⁹⁹⁾ ³⁰⁰⁾ ³⁰¹⁾ ³⁰²⁾ ³⁰³⁾ ³⁰⁴⁾ ³⁰⁵⁾ ³⁰⁶⁾ ³⁰⁷⁾ ³⁰⁸⁾ ³⁰⁹⁾ ³¹⁰⁾ ³¹¹⁾ ³¹²⁾ ³¹³⁾ ³¹⁴⁾ ³¹⁵⁾ ³¹⁶⁾ ³¹⁷⁾ ³¹⁸⁾ ³¹⁹⁾ ³²⁰⁾ ³²¹⁾ ³²²⁾ ³²³⁾ ³²⁴⁾ ³²⁵⁾ ³²⁶⁾ ³²⁷⁾ ³²⁸⁾ ³²⁹⁾ ³³⁰⁾ ³³¹⁾ ³³²⁾ ³³³⁾ ³³⁴⁾ ³³⁵⁾ ³³⁶⁾ ³³⁷⁾ ³³⁸⁾ ³³⁹⁾ ³⁴⁰⁾ ³⁴¹⁾ ³⁴²⁾ ³⁴³⁾ ³⁴⁴⁾ ³⁴⁵⁾ ³⁴⁶⁾ ³⁴⁷⁾ ³⁴⁸⁾ ³⁴⁹⁾ ³⁵⁰⁾ ³⁵¹⁾ ³⁵²⁾ ³⁵³⁾ ³⁵⁴⁾ ³⁵⁵⁾ ³⁵⁶⁾ ³⁵⁷⁾ ³⁵⁸⁾ ³⁵⁹⁾ ³⁶⁰⁾ ³⁶¹⁾ ³⁶²⁾ ³⁶³⁾ ³⁶⁴⁾ ³⁶⁵⁾ ³⁶⁶⁾ ³⁶⁷⁾ ³⁶⁸⁾ ³⁶⁹⁾ ³⁷⁰⁾ ³⁷¹⁾ ³⁷²⁾ ³⁷³⁾ ³⁷⁴⁾ ³⁷⁵⁾ ³⁷⁶⁾ ³⁷⁷⁾ ³⁷⁸⁾ ³⁷⁹⁾ ³⁸⁰⁾ ³⁸¹⁾ ³⁸²⁾ ³⁸³⁾ ³⁸⁴⁾ ³⁸⁵⁾ ³⁸⁶⁾ ³⁸⁷⁾ ³⁸⁸⁾ ³⁸⁹⁾ ³⁹⁰⁾ ³⁹¹⁾ ³⁹²⁾ ³⁹³⁾ ³⁹⁴⁾ ³⁹⁵⁾ ³⁹⁶⁾ ³⁹⁷⁾ ³⁹⁸⁾ ³⁹⁹⁾ ⁴⁰⁰⁾ ⁴⁰¹⁾ ⁴⁰²⁾ ⁴⁰³⁾ ⁴⁰⁴⁾ ⁴⁰⁵⁾ ⁴⁰⁶⁾ ⁴⁰⁷⁾ ⁴⁰⁸⁾ ⁴⁰⁹⁾ ⁴¹⁰⁾ ⁴¹¹⁾ ⁴¹²⁾ ⁴¹³⁾ ⁴¹⁴⁾ ⁴¹⁵⁾ ⁴¹⁶⁾ ⁴¹⁷⁾ ⁴¹⁸⁾ ⁴¹⁹⁾ ⁴²⁰⁾ ⁴²¹⁾ ⁴²²⁾ ⁴²³⁾ ⁴²⁴⁾ ⁴²⁵⁾ ⁴²⁶⁾ ⁴²⁷⁾ ⁴²⁸⁾ ⁴²⁹⁾ ⁴³⁰⁾ ⁴³¹⁾ ⁴³²⁾ ⁴³³⁾ ⁴³⁴⁾ ⁴³⁵⁾ ⁴³⁶⁾ ⁴³⁷⁾ ⁴³⁸⁾ ⁴³⁹⁾ ⁴⁴⁰⁾ ⁴⁴¹⁾ ⁴⁴²⁾ ⁴⁴³⁾ ⁴⁴⁴⁾ ⁴⁴⁵⁾ ⁴⁴⁶⁾ ⁴⁴⁷⁾ ⁴⁴⁸⁾ ⁴⁴⁹⁾ ⁴⁵⁰⁾ ⁴⁵¹⁾ ⁴⁵²⁾ ⁴⁵³⁾ ⁴⁵⁴⁾ ⁴⁵⁵⁾ ⁴⁵⁶⁾ ⁴⁵⁷⁾ ⁴⁵⁸⁾ ⁴⁵⁹⁾ ⁴⁶⁰⁾ ⁴⁶¹⁾ ⁴⁶²⁾ ⁴⁶³⁾ ⁴⁶⁴⁾ ⁴⁶⁵⁾ ⁴⁶⁶⁾ ⁴⁶⁷⁾ ⁴⁶⁸⁾ ⁴⁶⁹⁾ ⁴⁷⁰⁾ ⁴⁷¹⁾ ⁴⁷²⁾ ⁴⁷³⁾ ⁴⁷⁴⁾ ⁴⁷⁵⁾ ⁴⁷⁶⁾ ⁴⁷⁷⁾ ⁴⁷⁸⁾ ⁴⁷⁹⁾ ⁴⁸⁰⁾ ⁴⁸¹⁾ ⁴⁸²⁾ ⁴⁸³⁾ ⁴⁸⁴⁾ ⁴⁸⁵⁾ ⁴⁸⁶⁾ ⁴⁸⁷⁾ ⁴⁸⁸⁾ ⁴⁸⁹⁾ ⁴⁹⁰⁾ ⁴⁹¹⁾ ⁴⁹²⁾ ⁴⁹³⁾ ⁴⁹⁴⁾ ⁴⁹⁵⁾ ⁴⁹⁶⁾ ⁴⁹⁷⁾ ⁴⁹⁸⁾ ⁴⁹⁹⁾ ⁵⁰⁰⁾ ⁵⁰¹⁾ ⁵⁰²⁾ ⁵⁰³⁾ ⁵⁰⁴⁾ ⁵⁰⁵⁾ ⁵⁰⁶⁾ ⁵⁰⁷⁾ ⁵⁰⁸⁾ ⁵⁰⁹⁾ ⁵¹⁰⁾ ⁵¹¹⁾ ⁵¹²⁾ ⁵¹³⁾ ⁵¹⁴⁾ ⁵¹⁵⁾ ⁵¹⁶⁾ ⁵¹⁷⁾ ⁵¹⁸⁾ ⁵¹⁹⁾ ⁵²⁰⁾ ⁵²¹⁾ ⁵²²⁾ ⁵²³⁾ ⁵²⁴⁾ ⁵²⁵⁾ ⁵²⁶⁾ ⁵²⁷⁾ ⁵²⁸⁾ ⁵²⁹⁾ ⁵³⁰⁾ ⁵³¹⁾ ⁵³²⁾ ⁵³³⁾ ⁵³⁴⁾ ⁵³⁵⁾ ⁵³⁶⁾ ⁵³⁷⁾ ⁵³⁸⁾ ⁵³⁹⁾ ⁵⁴⁰⁾ ⁵⁴¹⁾ ⁵⁴²⁾ ⁵⁴³⁾ ⁵⁴⁴⁾ ⁵⁴⁵⁾ ⁵⁴⁶⁾ ⁵⁴⁷⁾ ⁵⁴⁸⁾ ⁵⁴⁹⁾ ⁵⁵⁰⁾ ⁵⁵¹⁾ ⁵⁵²⁾ ⁵⁵³⁾ ⁵⁵⁴⁾ ⁵⁵⁵⁾ ⁵⁵⁶⁾ ⁵⁵⁷⁾ ⁵⁵⁸⁾ ⁵⁵⁹⁾ ⁵⁶⁰⁾ ⁵⁶¹⁾ ⁵⁶²⁾ ⁵⁶³⁾ ⁵⁶⁴⁾ ⁵⁶⁵⁾ ⁵⁶⁶⁾ ⁵⁶⁷⁾ ⁵⁶⁸⁾ ⁵⁶⁹⁾ ⁵⁷⁰⁾ ⁵⁷¹⁾ ⁵⁷²⁾ ⁵⁷³⁾ ⁵⁷⁴⁾ ⁵⁷⁵⁾ ⁵⁷⁶⁾ ⁵⁷⁷⁾ ⁵⁷⁸⁾ ⁵⁷⁹⁾ ⁵⁸⁰⁾ ⁵⁸¹⁾ ⁵⁸²⁾ ⁵⁸³⁾ ⁵⁸⁴⁾ ⁵⁸⁵⁾ ⁵⁸⁶⁾ ⁵⁸⁷⁾ ⁵⁸⁸⁾ ⁵⁸⁹⁾ ⁵⁹⁰⁾ ⁵⁹¹⁾ ⁵⁹²⁾ ⁵⁹³⁾ ⁵⁹⁴⁾ ⁵⁹⁵⁾ ⁵⁹⁶⁾ ⁵⁹⁷⁾ ⁵⁹⁸⁾ ⁵⁹⁹⁾ ⁶⁰⁰⁾ ⁶⁰¹⁾ ⁶⁰²⁾ ⁶⁰³⁾ ⁶⁰⁴⁾ ⁶⁰⁵⁾ ⁶⁰⁶⁾ ⁶⁰⁷⁾ ⁶⁰⁸⁾ ⁶⁰⁹⁾ ⁶¹⁰⁾ ⁶¹¹⁾ ⁶¹²⁾ ⁶¹³⁾ ⁶¹⁴⁾ ⁶¹⁵⁾ ⁶¹⁶⁾ ⁶¹⁷⁾ ⁶¹⁸⁾ ⁶¹⁹⁾ ⁶²⁰⁾ ⁶²¹⁾ ⁶²²⁾ ⁶²³⁾ ⁶²⁴⁾ ⁶²⁵⁾ ⁶²⁶⁾ ⁶²⁷⁾ ⁶²⁸⁾ ⁶²⁹⁾ ⁶³⁰⁾ ⁶³¹⁾ ⁶³²⁾ ⁶³³⁾ ⁶³⁴⁾ ⁶³⁵⁾ ⁶³⁶⁾ ⁶³⁷⁾ ⁶³⁸⁾ ⁶³⁹⁾ ⁶⁴⁰⁾ ⁶⁴¹⁾ ⁶⁴²⁾ ⁶⁴³⁾ ⁶⁴⁴⁾ ⁶⁴⁵⁾ ⁶⁴⁶⁾ ⁶⁴⁷⁾ ⁶⁴⁸⁾ ⁶⁴⁹⁾ ⁶⁵⁰⁾ ⁶⁵¹⁾ ⁶⁵²⁾ ⁶⁵³⁾ ⁶⁵⁴⁾ ⁶⁵⁵⁾ ⁶⁵⁶⁾ ⁶⁵⁷⁾ ⁶⁵⁸⁾ ⁶⁵⁹⁾ ⁶⁶⁰⁾ ⁶⁶¹⁾ ⁶⁶²⁾ ⁶⁶³⁾ ⁶⁶⁴⁾ ⁶⁶⁵⁾ ⁶⁶⁶⁾ ⁶⁶⁷⁾ ⁶⁶⁸⁾ ⁶⁶⁹⁾ ⁶⁷⁰⁾ ⁶⁷¹⁾ ⁶⁷²⁾ ⁶⁷³⁾ ⁶⁷⁴⁾ ⁶⁷⁵⁾ ⁶⁷⁶⁾ ⁶⁷⁷⁾ ⁶⁷⁸⁾ ⁶⁷⁹⁾ ⁶⁸⁰⁾ ⁶⁸¹⁾ ⁶⁸²⁾ ⁶⁸³⁾ ⁶⁸⁴⁾ ⁶⁸⁵⁾ ⁶⁸⁶⁾ ⁶⁸⁷⁾ ⁶⁸⁸⁾ ⁶⁸⁹⁾ ⁶⁹⁰⁾ ⁶⁹¹⁾ ⁶⁹²⁾ ⁶⁹³⁾ ⁶⁹⁴⁾ ⁶⁹⁵⁾ ⁶⁹⁶⁾ ⁶⁹⁷⁾ ⁶⁹⁸⁾ ⁶⁹⁹⁾ ⁷⁰⁰⁾ ⁷⁰¹⁾ ⁷⁰²⁾ ⁷⁰³⁾ ⁷⁰⁴⁾ ⁷⁰⁵⁾ ⁷⁰⁶⁾ ⁷⁰⁷⁾ ⁷⁰⁸⁾ ⁷⁰⁹⁾ ⁷¹⁰⁾ ⁷¹¹⁾ ⁷¹²⁾ ⁷¹³⁾ ⁷¹⁴⁾ ⁷¹⁵⁾ ⁷¹⁶⁾ ⁷¹⁷⁾ ⁷¹⁸⁾ ⁷¹⁹⁾ ⁷²⁰⁾ ⁷²¹⁾ ⁷²²⁾ ⁷²³⁾ ⁷²⁴⁾ ⁷²⁵⁾ ⁷²⁶⁾ ⁷²⁷⁾ ⁷²⁸⁾ ⁷²⁹⁾ ⁷³⁰⁾ ⁷³¹⁾ ⁷³²⁾ ⁷³³⁾ ⁷³⁴⁾ ⁷³⁵⁾ ⁷³⁶⁾ ⁷³⁷⁾ ⁷³⁸⁾ ⁷³⁹⁾ ⁷⁴⁰⁾ ⁷⁴¹⁾ ⁷⁴²⁾ ⁷⁴³⁾ ⁷⁴⁴⁾ ⁷⁴⁵⁾ ⁷⁴⁶⁾ ⁷⁴⁷⁾ ⁷⁴⁸⁾ ⁷⁴⁹⁾ ⁷⁵⁰⁾ ⁷⁵¹⁾ ⁷⁵²⁾ ⁷⁵³⁾ ⁷⁵⁴⁾ ⁷⁵⁵⁾ ⁷⁵⁶⁾ ⁷⁵⁷⁾ ⁷⁵⁸⁾ ⁷⁵⁹⁾ ⁷⁶⁰⁾ ⁷⁶¹⁾ ⁷⁶²⁾ ⁷⁶³⁾ ⁷⁶⁴⁾ ⁷⁶⁵⁾ ⁷⁶⁶⁾ ⁷⁶⁷⁾ ⁷⁶⁸⁾ ⁷⁶⁹⁾ ⁷⁷⁰⁾ ⁷⁷¹⁾ ⁷⁷²⁾ ⁷⁷³⁾ ⁷⁷⁴⁾ ⁷⁷⁵⁾ ⁷⁷⁶⁾ ⁷⁷⁷⁾ ⁷⁷⁸⁾ ⁷⁷⁹⁾ ⁷⁸⁰⁾ ⁷⁸¹⁾ ⁷⁸²⁾ ⁷⁸³⁾ ⁷⁸⁴⁾ ⁷⁸⁵⁾ ⁷⁸⁶⁾ ⁷⁸⁷⁾ ⁷⁸⁸⁾ ⁷⁸⁹⁾ ⁷⁹⁰⁾ ⁷⁹¹⁾ ⁷⁹²⁾ ⁷⁹³⁾ ⁷⁹⁴⁾ ⁷⁹⁵⁾ ⁷⁹⁶⁾ ⁷⁹⁷⁾ ⁷⁹⁸⁾ ⁷⁹⁹⁾ ⁸⁰⁰⁾ ⁸⁰¹⁾ ⁸⁰²⁾ ⁸⁰³⁾ ⁸⁰⁴⁾ ⁸⁰⁵⁾ ⁸⁰⁶⁾ ⁸⁰⁷⁾ ⁸⁰⁸⁾ ⁸⁰⁹⁾ ⁸¹⁰⁾ ⁸¹¹⁾ ⁸¹²⁾ ⁸¹³⁾ ⁸¹⁴⁾ ⁸¹⁵⁾ ⁸¹⁶⁾ ⁸¹⁷⁾ ⁸¹⁸⁾ ⁸¹⁹⁾ ⁸²⁰⁾ ⁸²¹⁾ ⁸²²⁾ ⁸²³⁾ ⁸²⁴⁾ ⁸²⁵⁾ ⁸²⁶⁾ ⁸²⁷⁾ ⁸²⁸⁾ ⁸²⁹⁾ ⁸³⁰⁾ ⁸³¹⁾ ⁸³²⁾ ⁸³³⁾ ⁸³⁴⁾ ⁸³⁵⁾ ⁸³⁶⁾ ⁸³⁷⁾ ⁸³⁸⁾ ⁸³⁹⁾ ⁸⁴⁰⁾ ⁸⁴¹⁾ ⁸⁴²⁾ ⁸⁴³⁾ ⁸⁴⁴⁾ ⁸⁴⁵⁾ ⁸⁴⁶⁾ ⁸⁴⁷⁾ ⁸⁴⁸⁾ ⁸⁴⁹⁾ ⁸⁵⁰⁾ ⁸⁵¹⁾ ⁸⁵²⁾ ⁸⁵³⁾ ⁸⁵⁴⁾ ⁸⁵⁵⁾ ⁸⁵⁶⁾ ⁸⁵⁷⁾ ⁸⁵⁸⁾ ⁸⁵⁹⁾ ⁸⁶⁰⁾ ⁸⁶¹⁾ ⁸⁶²⁾ ⁸⁶³⁾ ⁸⁶⁴⁾ ⁸⁶⁵⁾ ⁸⁶⁶⁾ ⁸⁶⁷⁾ ⁸⁶⁸⁾ ⁸⁶⁹⁾ ⁸⁷⁰⁾ ⁸⁷¹⁾ ⁸⁷²⁾ ⁸⁷³⁾ ⁸⁷⁴⁾ ⁸⁷⁵⁾ ⁸⁷⁶⁾ ⁸⁷⁷⁾ ⁸⁷⁸⁾ ⁸⁷⁹⁾ ⁸⁸⁰⁾ ⁸⁸¹⁾ ⁸⁸²⁾ ⁸⁸³⁾ ⁸⁸⁴⁾ ⁸⁸⁵⁾ ⁸⁸⁶⁾ ⁸⁸⁷⁾ ⁸⁸⁸⁾ ⁸⁸⁹⁾ ⁸⁹⁰⁾ ⁸⁹¹⁾ ⁸⁹²⁾ ⁸⁹³⁾ ⁸⁹⁴⁾ ⁸⁹⁵⁾ ⁸⁹⁶⁾ ⁸⁹⁷⁾ ⁸⁹⁸⁾ ⁸⁹⁹⁾ ⁹⁰⁰⁾ ⁹⁰¹⁾ ⁹⁰²⁾ ⁹⁰³⁾ ⁹⁰⁴⁾ ⁹⁰⁵⁾ ⁹⁰⁶⁾ ⁹⁰⁷⁾ ⁹⁰⁸⁾ ⁹⁰⁹⁾ ⁹¹⁰⁾ ⁹¹¹⁾ ⁹¹²⁾ ⁹¹³⁾ ⁹¹⁴⁾ ⁹¹⁵⁾ ⁹¹⁶⁾ ⁹¹⁷⁾ ⁹¹⁸⁾ ⁹¹⁹⁾ ⁹²⁰⁾ ⁹²¹⁾ ⁹²²⁾ ⁹²³⁾ ⁹²⁴⁾ ⁹²⁵⁾ ⁹²⁶⁾ ⁹²⁷⁾ ⁹²⁸⁾ ⁹²⁹⁾ ⁹³⁰⁾ ⁹³¹⁾ ⁹³²⁾ ⁹³³⁾ ⁹³⁴⁾ ⁹³⁵⁾ ⁹³⁶⁾ ⁹³⁷⁾ ⁹³⁸⁾ ⁹³⁹⁾ ⁹⁴⁰⁾ ⁹⁴¹⁾ ⁹⁴²⁾ ⁹⁴³⁾ ⁹⁴⁴⁾ ⁹⁴⁵⁾ ⁹⁴⁶⁾ ⁹⁴⁷⁾ ⁹⁴⁸⁾ ⁹⁴⁹⁾ ⁹⁵⁰⁾ ⁹⁵¹⁾ ⁹⁵²⁾ ⁹⁵³⁾ ⁹⁵⁴⁾ ⁹⁵⁵⁾ ⁹⁵⁶⁾ ⁹⁵⁷⁾ ⁹⁵⁸⁾ ⁹⁵⁹⁾ ⁹⁶⁰⁾ ⁹⁶¹⁾ ⁹⁶²⁾ ⁹⁶³⁾ ⁹⁶⁴⁾ ⁹⁶⁵⁾ ⁹⁶⁶⁾ ⁹⁶⁷⁾ ⁹⁶⁸⁾ ⁹⁶⁹⁾ ⁹⁷⁰⁾ ⁹⁷¹⁾ ⁹⁷²⁾ ⁹⁷³⁾ ⁹⁷⁴⁾ ⁹⁷⁵⁾ ⁹⁷⁶⁾ ⁹⁷⁷⁾ ⁹⁷⁸⁾ ⁹⁷⁹⁾ ⁹⁸⁰⁾ ⁹⁸¹⁾ ⁹⁸²⁾ ⁹⁸³⁾ ⁹⁸⁴⁾ ⁹⁸⁵⁾ ⁹⁸⁶⁾ ⁹⁸⁷⁾ ⁹⁸⁸⁾ ⁹⁸⁹⁾ ⁹⁹⁰⁾ ⁹⁹¹⁾ ⁹⁹²⁾ ⁹⁹³⁾ ⁹⁹⁴⁾ ⁹⁹⁵⁾ ⁹⁹⁶⁾ ⁹⁹⁷⁾ ⁹⁹⁸⁾ ⁹⁹⁹⁾ ¹⁰⁰⁰⁾ ¹⁰⁰¹⁾ ¹⁰⁰²⁾ ¹⁰⁰³⁾ ¹⁰⁰⁴⁾ ¹⁰⁰⁵⁾ ¹⁰⁰⁶⁾ ¹⁰⁰⁷⁾ ¹⁰⁰⁸⁾ ¹⁰⁰⁹⁾ ¹⁰¹⁰⁾ ¹⁰¹¹⁾ ¹⁰¹²⁾ ¹⁰¹³⁾ ¹⁰¹⁴⁾ ¹⁰¹⁵⁾ ¹⁰¹⁶⁾ ¹⁰¹⁷⁾ ¹⁰¹⁸⁾ ¹⁰¹⁹⁾ ¹⁰²⁰⁾ ¹⁰²¹⁾ ¹⁰²²⁾ ¹⁰²³⁾ ¹⁰²⁴⁾ ¹⁰²⁵⁾ ¹⁰²⁶⁾ ¹⁰²⁷⁾ ¹⁰²⁸⁾ ¹⁰²⁹⁾ ¹⁰³⁰⁾ ¹⁰³¹⁾ ¹⁰³²⁾ ¹⁰³³⁾ ¹⁰³⁴⁾ ¹⁰³⁵⁾ ¹⁰³⁶⁾ ¹⁰³⁷⁾ ¹⁰³⁸⁾ ¹⁰³⁹⁾ ¹⁰⁴⁰⁾ ¹⁰⁴¹⁾ ¹⁰⁴²⁾ ¹⁰⁴³⁾ ¹⁰⁴⁴⁾ ¹⁰⁴⁵⁾ ¹⁰⁴⁶⁾ ¹⁰⁴⁷⁾ ¹⁰⁴⁸⁾ ¹⁰⁴⁹⁾ ¹⁰⁵⁰⁾ ¹⁰⁵¹⁾ ¹⁰⁵²⁾ ¹⁰⁵³⁾ ¹⁰⁵⁴⁾ ¹⁰⁵⁵⁾ ¹⁰⁵⁶⁾ ¹⁰⁵⁷⁾ ¹⁰⁵⁸⁾ ¹⁰⁵⁹⁾ ¹⁰⁶⁰⁾ ¹⁰⁶¹⁾ ¹⁰⁶²⁾ ¹⁰⁶³⁾ ¹⁰⁶⁴⁾ ¹⁰⁶⁵⁾ ¹⁰⁶⁶⁾ ¹⁰⁶⁷⁾ ¹⁰⁶⁸⁾ ¹⁰⁶⁹⁾ ¹⁰⁷⁰⁾ ¹⁰⁷¹⁾ ¹⁰⁷²⁾ ¹⁰⁷³⁾ ¹⁰⁷⁴⁾ ¹⁰⁷⁵⁾ ¹⁰⁷⁶⁾ ¹⁰⁷⁷⁾ ¹⁰⁷⁸⁾ ¹⁰⁷⁹⁾ ¹⁰⁸⁰⁾ ¹⁰⁸¹⁾ ¹⁰⁸²⁾ ¹⁰⁸³⁾ ¹⁰⁸⁴⁾ ¹⁰⁸⁵⁾ ¹⁰⁸⁶⁾ ¹⁰⁸⁷⁾ ¹⁰⁸⁸⁾ ¹⁰⁸⁹⁾ ¹⁰⁹⁰⁾ ¹⁰⁹¹⁾ ¹⁰⁹²⁾ ¹⁰⁹³⁾ ¹⁰⁹⁴⁾ ¹⁰⁹⁵⁾ ¹⁰⁹⁶⁾ ¹⁰⁹⁷⁾ ¹⁰⁹⁸⁾ ¹⁰⁹⁹⁾ ¹¹⁰⁰⁾ ¹¹⁰¹⁾ ¹¹⁰²⁾ ¹¹⁰³⁾ ¹¹⁰⁴⁾ ¹¹⁰⁵⁾ ¹¹⁰⁶⁾ ¹¹⁰⁷⁾ ¹¹⁰⁸⁾ ¹¹⁰⁹⁾ ¹¹¹⁰⁾ ¹¹¹¹⁾ ¹¹¹²⁾ ¹¹¹³⁾ ¹¹¹⁴⁾ ¹¹¹⁵⁾ ¹¹¹⁶⁾ ¹¹¹⁷⁾ ¹¹¹⁸⁾ ¹¹¹⁹⁾ ¹¹²⁰⁾ ¹¹²¹⁾ ¹¹²²⁾ ¹¹²³⁾ ¹¹²⁴⁾ ¹¹²⁵⁾ ¹¹²⁶⁾ ¹¹²⁷⁾ ¹¹²⁸⁾ ¹¹²⁹⁾ ¹¹³⁰⁾ ¹¹³¹⁾ ¹¹³²⁾ ¹¹³³⁾ ¹¹³⁴⁾ ¹¹³⁵⁾ ¹¹³⁶⁾ ¹¹³⁷⁾ ¹¹³⁸⁾ ¹¹³⁹⁾ ¹¹⁴⁰⁾ ¹¹⁴¹⁾ ¹¹⁴²⁾ ¹¹⁴³⁾ ¹¹⁴⁴⁾ ¹¹⁴⁵⁾ ¹¹⁴⁶⁾ ¹¹⁴⁷⁾ ¹¹⁴⁸⁾ ¹¹⁴⁹⁾ ¹¹⁵⁰⁾ ¹¹⁵¹⁾ ¹¹⁵²⁾ ¹¹⁵³⁾ ¹¹⁵⁴⁾ ¹¹⁵⁵⁾ ¹¹⁵⁶⁾ ¹¹⁵⁷⁾ ¹¹⁵⁸⁾ ¹¹⁵⁹⁾ ¹¹⁶⁰⁾ ¹¹⁶¹⁾ ¹¹⁶²⁾ ¹¹⁶³⁾ ¹¹⁶⁴⁾ ¹¹⁶⁵⁾ ¹¹⁶⁶⁾ ¹¹⁶⁷⁾ ¹¹⁶⁸⁾ ¹¹⁶⁹⁾ ¹¹⁷⁰⁾ ¹¹⁷¹⁾ ¹¹⁷²⁾ ¹¹⁷³⁾ ¹¹⁷⁴⁾ ¹¹⁷⁵⁾ ¹¹⁷⁶⁾ ¹¹⁷⁷⁾ ¹¹⁷⁸⁾ ¹¹⁷⁹⁾ ¹¹⁸⁰⁾ ¹¹⁸¹⁾ ¹¹⁸²⁾ ¹¹⁸³⁾ ¹¹⁸⁴⁾ ¹¹⁸⁵⁾ ¹¹⁸⁶⁾ ¹¹⁸⁷⁾ ¹¹⁸⁸⁾ ¹¹⁸⁹⁾ ¹¹⁹⁰⁾ ¹¹⁹¹⁾ ¹¹⁹²⁾ ¹¹⁹³⁾ ¹¹⁹⁴⁾ ¹¹⁹⁵⁾ ¹¹⁹⁶⁾ ¹¹⁹⁷⁾ ¹¹⁹⁸⁾ ¹¹⁹⁹⁾ ¹²⁰⁰⁾ ¹²⁰¹⁾ ¹²⁰²⁾ ¹²⁰³⁾ ¹²⁰⁴⁾ ¹²⁰⁵⁾ ¹²⁰⁶⁾ ¹²⁰⁷⁾ ¹²⁰⁸⁾ ¹²⁰⁹⁾ ¹²¹⁰⁾ ¹²¹¹⁾ ¹²¹²⁾ ¹²¹³⁾ ¹²¹⁴⁾ ¹²¹⁵⁾ ¹²¹⁶⁾ ¹²¹⁷⁾ ¹²¹⁸⁾ ¹²¹⁹⁾ ¹²²⁰⁾ ¹²²¹⁾ ¹²²²⁾ ¹²²³⁾ ¹²²⁴⁾ ¹²²⁵⁾ ¹²²⁶⁾ ¹²²⁷⁾ ¹²²⁸⁾ ¹²²⁹⁾ ¹²³⁰⁾ ¹²³¹⁾ ¹²³²⁾ ¹²³³⁾ ¹²³⁴⁾ ¹²³⁵⁾ ¹²³⁶⁾ ¹²³⁷⁾ ¹²³⁸⁾ ¹²³⁹⁾ ¹²⁴⁰⁾ ¹²⁴¹⁾ ¹²⁴²⁾ ¹²⁴³⁾ ¹²⁴⁴⁾ ¹²⁴⁵⁾ ¹²⁴⁶⁾ ¹²⁴⁷⁾ ¹²⁴⁸⁾ ¹²⁴⁹⁾ ¹²⁵⁰⁾ ¹²⁵¹⁾ ¹²⁵²⁾ ¹²⁵³⁾ ¹²⁵⁴⁾ ¹²⁵⁵⁾ ¹²⁵⁶⁾ ¹²⁵⁷⁾ ¹²⁵⁸⁾ ¹²⁵⁹⁾ ¹²⁶⁰⁾ ¹²⁶¹⁾ ¹²⁶²⁾ ¹²⁶³⁾ ¹²⁶⁴⁾ ¹²⁶⁵⁾ ¹²⁶⁶⁾ ¹²⁶⁷⁾ ¹²⁶⁸⁾ ¹²⁶⁹⁾ ¹²⁷⁰⁾ ¹²⁷¹⁾ ¹²⁷²⁾ ¹²⁷³⁾ ¹²⁷⁴⁾ ¹²⁷⁵⁾ ¹²⁷⁶⁾ ¹²⁷⁷⁾ <

ткань нуждается въ большей еще степени, чѣмъ мышечная, въ упражненіи, и если пренебреженіе физическимъ трудомъ приводитъ, какъ мы видѣли, къ слабости и атрофіи мускуловъ, то продолжительный покой мозга, бездѣятельность ума (апатія) влечетъ за собой оскуднѣніе душевныхъ силъ. Мозгъ долженъ бодрствовать, нервныя клѣтки должны быть въ извѣстномъ (умѣренномъ) напряженіи, всѣ участки коры должны возбуждаться къ дѣятельности; отсюда потребность человѣка въ притокъ разнообразныхъ впечатлѣній.

Если изо дня въ день повторяются одни и тѣ же впечатлѣнія, если совершаемая работа требуетъ однихъ и тѣхъ же движеній и ограниченной работы мысли, если въ сѣрой обстановкѣ мелькають одни и тѣ же образы, для работы мозга нѣтъ тогда пицци, цѣлыя участки коры осуждены на бездѣйствіе, и монотонности окружающаго соотвѣтствуетъ узость и скудость мозговой работы. Способности высшихъ центровъ при долгой бездѣятельности глоснуть, и умственная жизнь замираетъ.

Наоборотъ, разностороннее напряженіе (въ извѣстныхъ предѣлахъ) всѣхъ центровъ, вызываемое смѣной образовъ, чувствъ и движеній, вызываетъ усиленную работу мозга, обеспечивая ему приливъ крови, хорошее питаніе, ростъ нервныхъ клѣтокъ и, въ силу этого, ростъ всей духовной жизни. Нѣкоторые опыты послѣдняго времени наглядно доказываютъ зависимость развитія (роста) нервныхъ клѣтокъ отъ упражненія: половинѣ щенятъ одного помета были зашиты глаза, а другой половинѣ глаза оставлены открытыми. По прошествіи нѣкотораго времени животныя были убиты, и ихъ мозгъ изслѣдованъ подъ микроскопомъ. Тогда оказалось, что нервныя клѣтки зрительной области коры у первой половины недоразвились (малый размѣръ, отсутствіе отростковъ), у тѣхъ же, которые бѣгали съ открытыми глазами, и у которыхъ, слѣдовательно, зрительные центры получали постоянно возбужденія и упражнялись такимъ образомъ въ своей дѣятельности, нервныя клѣтки достигли хорошаго развитія (большой размѣръ, многочисленные отростки).

Итакъ, человѣческій мозгъ въ состояніи развить и проявить всѣ таящіяся въ немъ удивительныя способности лишь при наличности слѣдующихъ условій: хорошаго питанія, нормальнаго состава крови, достаточнаго и своевременнаго отдыха и разносторонняго упражненія.

СИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА.

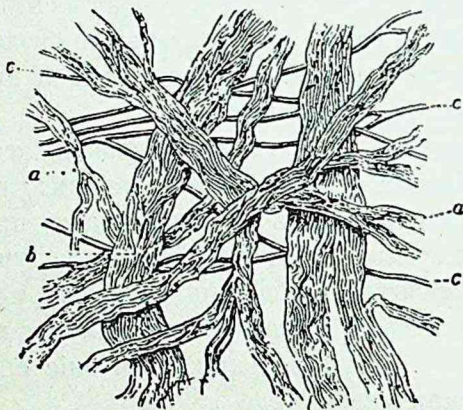
Вдоль позвоночного столба, по обѣ стороны передней поверхности позвонковъ, тянется рядъ нервныхъ узловъ (то есть скопленій нервныхъ клѣтокъ), получающихъ изъ каждаго спинно-мозгового нерва по небольшой вѣткѣ. Вся эта цѣпь узловъ и соединительныхъ нервныхъ волоконъ носитъ названіе симпатической нервной системы. Отъ узловъ направляются многочисленныя нервныя волокна къ груднымъ и брюшнымъ органамъ, а также и къ стѣнкамъ кровеносныхъ сосудовъ, причемъ на пути этихъ вѣтвей, образующихъ сплетенія, расположены новыя нервныя узлы. Въ составъ симпатической нервной системы входятъ какъ чувствительныя волокна, пришедшія изъ заднихъ корешковъ спинного мозга, такъ и двигательныя, пришедшія изъ переднихъ корешковъ.

Раньше симпатической нервной системѣ приписывали особыя свойства и таинственныя вліянія на человѣческій организмъ; но въ настоящее время мы вправѣ разсматривать ее только, какъ придатокъ центральной нервной системы, отъ которой она получаетъ двигательныя возбужденія (къ мышцамъ кишечника и друг.), и куда она доставляетъ тѣ обычно смутныя ощущенія, которыя мы получаемъ отъ внутреннихъ органовъ. Самостоятельное значеніе симпатической нервной системы ограничено.

ФИЗИОЛОГІЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ, ЭПИТЕЛИАЛЬНОЙ И ЖИРОВОЙ ТКАНЕЙ.

Соединительная ткань—самая распространенная въ нашемъ тѣлѣ: можно сказать, что все наше тѣло представляетъ собой массу соединительной ткани, въ которую погружены различного рода дѣятельныя клѣтки.

При нормальныхъ условіяхъ въ здоровомъ тѣлѣ соединительная ткань не выполняетъ какой-либо спеціальной работы, а пучки ея волоконъ, то толстые и плотные, то рыхлые и переплетающіеся



другъ съ другомъ, являются лишь связующими звеньями, соединяющими между собой различные органы, отдѣльныя части одного и того же органа, составныя части одной и той же ткани (напримѣръ, мышечныя пучки въ мускулѣ, пучки нервныхъ волоконъ въ нервномъ стволѣ). Среди различныхъ видовъ соединительной ткани особаго вниманія заслуживаетъ такъ называемая упругая, или

Рис. 18. Волокна соединительной ткани.
a—тонкіе пучки бѣлой волокнистой ткани;
b—болѣе крупныя пучки; *c*—отдѣльныя эластическія волокна.

эластическая, ткань. Входя въ составъ стѣнокъ различныхъ, имѣющихъ въ нашемъ тѣлѣ, трубокъ (кровеносныхъ и другихъ) и пузырьковъ (легочныхъ), она сообщаетъ имъ упругость, и эта сила упругости, какъ мы убѣдимся впослѣдствіи, имѣетъ большое значеніе для экономіи силъ организма (См. рис. 18) ¹⁾.

¹⁾ Не выполняя въ тѣлѣ никакой особой работы, ни на чемъ, такъ сказать, не специализовавшись соединительнотканныя клѣтки сохраняютъ способность, которая въ высшей степени свойственна всѣмъ клѣткамъ нашего

Эпителиальная ткань состоитъ изъ клѣтокъ различной формы (плоскія, цилиндрическія); она образуетъ верхній покровъ нашего тѣла, его футляръ, и выстилаетъ также внутреннюю поверхность тѣла (внутреннюю поверхность органовъ и полостей). Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ (полости носа, гортани, Фаллопиевыхъ трубъ) эпителиальныя клѣтки снабжены на своей поверхности рѣсничками, всегда колеблющимися въ одномъ направленіи, благодаря чему создается токъ, могущій уносить различныя частицы,—обстоятельство, которое часто имѣетъ немаловажное значеніе для организма: напримѣръ, движеніями рѣсничекъ удаляются изъ дыхательныхъ путей попавшія туда частицы пыли.

Несравненно сложнѣе, однако, работа эпителиальныхъ клѣтокъ, выстилающихъ внутреннюю поверхность пищеварительнаго канала и образующихъ главную составную часть цѣлаго ряда важныхъ для жизни органовъ (печени, почекъ и другихъ). Эти эпителиальныя клѣтки, получившія названіе железистыхъ, являются маленькими химическими лабораторіями, которыя проявляютъ чрезвычайно сложную и энергичную дѣятельность. Однѣ изъ нихъ вырабатываютъ изъ матеріала, доставляемаго кровью, цѣнныя для организма жидкости (пищеварительные соки); другія обладаютъ способностью извлекать изъ крови ненужныя и вредныя вещества (эпителий по-



Рис. 19. Мерцательный эпителий.

тѣла въ состояніи его зародышеваго развитія—способность размножаться. Въ то время какъ въ другихъ клѣткахъ способность къ размноженію угасаетъ по мѣрѣ того, какъ онѣ тратятъ свои силы на выполнение своей спеціальной работы, и, чѣмъ совершеннѣе эта работа, чѣмъ сложнѣе и тоньше спеціальность, тѣмъ больше заглушается эта способность,—въ соединительной ткани послѣдняя сохраняется въ первоначальной силѣ, и при извѣстныхъ условіяхъ она проявляется въ самой энергичной формѣ.

Это имѣетъ мѣсто преимущественно при различныхъ болѣзненныхъ состояніяхъ (напримѣръ, при отравленіи алкоголемъ вслѣдствіе злоупотребленія спиртными напитками), и тогда усиленное размноженіе соединительной ткани можетъ имѣть для организма роковое значеніе, такъ какъ пышно разросшаяся въ извѣстномъ органѣ соединительная ткань глушитъ и подавляетъ въ немъ тѣ клѣтки, отъ нормальной дѣятельности которыхъ зависитъ правильное выполненіе органомъ его назначенія. Въ другихъ случаяхъ, при обстоятельствахъ намъ почти совершенно неизвѣстныхъ, пробудившееся въ соединительной ткани стремленіе къ размноженію приводитъ къ образованію опухолей, подтачивающей силы организма.

чекъ); третьи, наконецъ, образуютъ вещества, еще мало изученныя, которыя, поступивъ въ кровь, обезвреживаютъ находящіяся въ ней ядовитыя вещества, служатъ противоядіемъ противъ тѣхъ ядовитыхъ продуктовъ горѣнія и распада, которые получаются въ тканяхъ, какъ результатъ ихъ жизни и работы.

Изъ этихъ краткихъ замѣчаній видно, что железистый эпителий по многообразію и сложности выполняемой имъ работы уступаетъ лишь высшимъ и наиболѣе совершеннымъ клѣткамъ нашего тѣла—нервнымъ, и что всякое нарушеніе дѣятельности железистыхъ клѣтокъ должно вызвать расстройство во всей жизни организма.

Жировая ткань состоитъ изъ соединительнотканнхъ клѣтокъ, содержащихъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ жиръ. Впрочемъ, жиръ попадаетъ и въ другихъ клѣткахъ, онъ появляется сперва въ видѣ мельчайшихъ капелекъ, которыя постепенно увеличиваются и, наконецъ, сливаются въ одну большую каплю, оттѣсняющую всю протоплазму и ядро къ самому краю клѣтки.

Въ организмѣ имѣются мѣста отложенія большихъ количествъ жира (въ подкожной клѣтчаткѣ, сальникѣ и другихъ)—это своего рода кладовыя, гдѣ жиръ хранится и откуда онъ поступаетъ, по мѣрѣ надобности, въ общее пользованіе всѣхъ клѣтокъ. Жиръ, расположенный подъ кожей, выстилаетъ всѣ неровности, сглаживаетъ ихъ и такимъ образомъ придаетъ округлость членамъ. Но главное значеніе этой ткани для организма заключается въ превосходныхъ качествахъ ея, какъ горючаго матеріала. Съ этой стороны оцѣнка ея будетъ произведена впоследствии.

Для правильнаго пониманія значенія жира для организма не слѣдуетъ упускать изъ вида одно обстоятельство: жиръ не есть живое вещество и, гдѣ бы онъ ни былъ, онъ не является носителемъ жизни: живымъ можетъ быть только бѣлокъ.

Слѣдовательно, накопленіе жира въ клѣткѣ и вытѣсненіе имъ протоплазмы неминуемо должно сопровождаться ослабленіемъ жизнедѣятельности клѣтки, пониженіемъ ея работоспособности. Въ этомъ и заключается опасность ожирѣнія, то есть избыточнаго накопленія или чрезмѣрнаго образованія жира въ клѣткахъ различныхъ органовъ (напримѣръ, сердца, печени), которое наступаетъ подъ вліяніемъ различныхъ ядовитыхъ веществъ (фосфора, алкоголя), а иногда наблюдается у членовъ одной семьи, какъ результатъ наследственнаго предрасположенія.

* * *

Разсмотрѣвъ дѣятельность и значеніе тканей нашего тѣла, мы должны, согласно принятому плану, перейти къ изученію работы

органовъ. Такъ мы и поступимъ, и первыми мы рассмотримъ органы, выполняющіе сложную задачу приведенія въ движеніе и распредѣленія крови въ тѣлѣ (органы кровообращенія), но на пути намъ предстоитъ еще предварительно рассмотретьъ свойства и значеніе самой крови. Это обстоятельство дѣлаетъ переходъ отъ тканей къ органамъ въ высшей степени постепеннымъ, такъ какъ, изучая кровь, мы все еще изучаемъ ткань, потому что кровь въ сущности тоже ткань. Подобно изученнымъ тканямъ, и она состоитъ изъ сходныхъ по строенію клѣтокъ, выполняющихъ всюду, гдѣ бы онѣ ни находились, одно и то же спеціальное назначеніе. Но будучи тканью, кровь представляетъ собою ткань особаго рода, такъ какъ клѣтки ея не связаны между собою болѣе или менѣе плотнымъ веществомъ, подобно клѣткамъ другихъ тканей, а свободно плаваютъ въ жидкости; кровь, слѣдовательно, представляетъ собою ткань текучую.

ФИЗИОЛОГІЯ КРОВИ И КРОВООБРАЩЕНІЯ.

О значеніи крови намъ приходилось уже много разъ говорить. Вамъ извѣстно, что во всѣхъ живыхъ клѣткахъ нашего тѣла происходитъ процессъ горѣнія, и что горючій матеріалъ и кислородъ, необходимые для этого процесса, поставляются клѣткамъ кровью. Такимъ образомъ кровь является питательной жидкостью по отношенію къ клѣткамъ нашего тѣла въ такомъ же смыслѣ, въ какомъ нефть или каменный уголь являются питательнымъ матеріаломъ для топки паровоза. Но, помимо своего питательнаго значенія, кровь играетъ еще другую важную роль. Омывая наши ткани, токъ крови не только доставляетъ имъ горючій матеріалъ и *O*, но вымываетъ изъ нихъ, удаляетъ накапливающіеся въ нихъ продукты горѣнія: углекислоту, воду и другія вещества.

Изъ сказаннаго вытекаетъ, что наши послѣдующія бесѣды должны выяснить: во 1-хъ, что представляетъ собой та жидкость, которую мы называемъ кровью, каковъ ея составъ, каковы ея свойства, благодаря которымъ она въ состояніи выполнить указанную выше роль, и во 2-хъ, какъ устроенъ механизмъ, посредствомъ котораго кровь приводится въ движеніе, непрерывно обращается въ нашемъ тѣлѣ и постоянно обновляется и освѣжается. Говоря короче, намъ предстоитъ изучить прежде всего кровь, ея составъ и свойства, а затѣмъ выяснить механизмъ кровообращенія.

КРОВЬ.

Составъ крови.—Строеніе и роль красныхъ и бѣлыхъ кровяныхъ тариковъ.—Свойства и роль гемоглобина.—Составъ и значеніе плазмы.—Роль крови въ борьбѣ съ заразными болѣзнями.—Понятіе о невоспримчивости.—Свертываніе крови.—Образованіе фибрина.—Значеніе свертываемости крови для организма.

Врядъ ли найдется въ нашемъ тѣлѣ другая составная часть, съ которой было бы связано столько предразсудковъ, которой люди

приписывали бы столько таинственныхъ и чудесныхъ свойствъ, какъ кровь. Наука точными изслѣдованіями и наблюденіями разсѣяла всѣ нелѣпыя представленія, и мы знаемъ теперь, что въ составъ крови не входитъ никакихъ таинственныхъ, волшебныхъ тѣлъ, а ея замѣчательныя жизненныя свойства не имѣютъ ничего общаго съ тѣми душевными качествами („благородная“, „пылкая“, „низкая“ кровь), которыми ее надѣляли.

Кровь человѣка представляетъ собой жидкость нѣсколько тяжелѣе воды, ярко-алаго или темно-краснаго цвѣта ¹⁾. При разсматриваніи капли крови подъ микроскопомъ можно видѣть множество тѣлецъ различной формы, большей частью круглой. Тѣльца эти получили названіе **кровяныхъ шариковъ**. Въ любой каплѣ крови микроскопъ обнаруживаетъ огромное количество этихъ шариковъ; кровь, слѣдовательно, представляетъ собой жидкость, въ которой плаваютъ кровяные шарики. Различаютъ двоякаго рода шарики—бѣлые и красные, которые отличаются другъ отъ друга формой и свойствами. Итакъ, кровь сла-

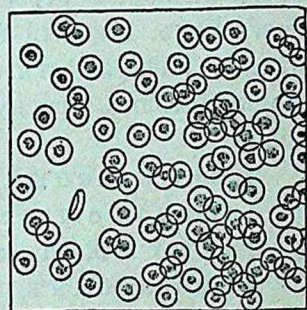


Рис. 20. Красные шарики
человѣческой крови.

гается изъ слѣдующихъ 3-хъ частей: жидкости, которая называется кровяной плазмой, и плавающихъ въ ней красныхъ и бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ ²⁾. Какой же изъ этихъ частей наша кровь обязана своимъ цвѣтомъ? Отвѣтъ на этотъ вопросъ даетъ слѣдующій опытъ. Берутъ изъ живого тѣла, лучше всего лошади, извѣстное количество крови, помѣщаютъ ее на холодѣ (при такомъ условіи она не свернется) и даютъ ей постоять. Спустя нѣкоторое время красные кровяные шарики, какъ наиболѣе тяжелые, упадутъ на дно сосуда, образуя самый нижній слой; надъ ними помѣстятся бѣлые кровяные шарики, а самый верхній слой составитъ кровяная жидкость, или плазма. Вмѣстѣ съ тѣмъ оказывается, что верхній слой совершенно безцвѣтенъ и прозраченъ, въ то время какъ нижній слой окрашенъ въ красный цвѣтъ. Отсюда ясно, что краска крови зависитъ отъ красныхъ кровяныхъ шариковъ. Разсмотримъ подробнѣе эти тѣльца.

¹⁾ Не у всѣхъ животныхъ кровь окрашена въ красный цвѣтъ: у безпозвоночныхъ (напримѣръ, червей, раковъ, улитокъ) она безцвѣтна, у нѣкоторыхъ насѣкомыхъ она имѣетъ зеленоватый или фіолетовый оттѣнокъ.

²⁾ Кромѣ красныхъ и бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ въ крови находятся еще такъ называемыя кровяныя пластинки — маленькія, измѣнчивой формы безцвѣтныя тѣльца, роль которыхъ не вполне выяснена.

Красные кровяные шарики имѣютъ форму монеты, вдавленной въ центрѣ съ обѣихъ сторонъ. Они не имѣютъ ядра, а такъ какъ ядро представляетъ собой необходимую принадлежность всякой живой клѣтки, то красные шарики мы должны признать не жизненными тѣльцами. Какъ ничтоженъ размѣръ краснаго шарика, видно изъ того, что въ каждой каплѣ крови находятся миллионы красныхъ шариковъ ¹⁾. Если положить 5000 шариковъ тѣсно въ рядъ, они займутъ пространство длиною не болѣе одного вершка. Красный кровяной шарикъ состоитъ изъ бѣлковой студенистой массы, имѣющей строеніе сѣти; въ эту сѣть вкраплена краска—**гемоглобинъ**. Каждый красный шарикъ въ отдѣльности почти безцвѣтенъ (онъ имѣетъ слегка желтоватый оттѣнокъ), но въ массѣ шарики имѣютъ красную окраску и этотъ цвѣтъ сообщаютъ всей крови.

Итакъ, красный цвѣтъ крови зависитъ отъ особаго красящаго вещества, заключающагося въ красныхъ кровяныхъ шарикахъ и названнаго **гемоглобиномъ**.

Гемоглобинъ представляетъ собой бѣлковое тѣло; отъ другихъ бѣлковъ онъ отличается тѣмъ, что содержитъ желѣзо. Гемоглобинъ отличается замѣчательнымъ свойствомъ, которое даетъ ему возможность выполнить чрезвычайно важную для организма задачу. Свойство это заключается въ сильномъ влеченіи, въ сильномъ сродствѣ его къ кислороду. Гдѣ только дана возможность, гемоглобинъ легко соединяется съ кислородомъ; соединившись съ *O*, насытивъ свое сродство къ нему, гемоглобинъ получаетъ болѣе яркую окраску и въ этомъ состояніи называется **оксигемоглобинъ**. Такимъ образомъ ярко-алая кровь содержитъ въ себѣ оксигемоглобинъ, богатый кислородомъ; темно-красная кровь содержитъ гемоглобинъ, бѣдный кислородомъ. Надо отмѣтить еще одно чрезвычайно цѣнное для организма свойство гемоглобина: какъ легко онъ соединяется съ кислородомъ, такъ же легко онъ отдаетъ *O* ²⁾. Иными словами, соединяясь съ кислородомъ, гемоглобинъ образуетъ съ нимъ соединеніе нестойкое, непрочное. Теперь, зная эти свойства гемоглобина, Вы поймете роль красныхъ кровяныхъ шариковъ. Вмѣстѣ съ потокомъ крови несутся миллионы

¹⁾ Въ 1 кубическомъ миллиметрѣ (то есть въ объемѣ величиной съ булавочную головку) крови мужчины находятся около 5 миллионѣвъ красныхъ кровяныхъ шариковъ, у женщины ихъ нѣсколько меньше (около 4½ миллионѣвъ).

²⁾ Извлечь кислородъ изъ оксигемоглобина (*O-Hb*) не только легко, удается дѣйствіемъ на него веществъ, обладающихъ сильнымъ сродствомъ къ *O*, но и путемъ нагреванія оксигемоглобина до кипѣнія.

шариковъ по разнымъ частямъ нашего тѣла; въ одномъ мѣстѣ, именно **въ легкихъ**, гемоглобинъ, заключенный въ красныхъ кровяныхъ шарикахъ, встрѣчаетъ большое количество кислорода, который проникъ сюда вмѣстѣ съ воздухомъ; влекомый къ кислороду гемоглобинъ быстро соединяется съ нимъ, превращается въ оксигемоглобинъ, вмѣстѣ съ тѣмъ кровь получаетъ ярко-алый цвѣтъ, и эта яркая, богатая **О** кровь, называемая **артеріальной**, несется изъ легкихъ по трубамъ, трубкамъ и мельчайшимъ трубочкамъ ко всѣмъ клѣткамъ нашего тѣла. Клѣтки, какъ Вамъ извѣстно, имѣютъ большую потребность въ **О**, онѣ жадно стремятся соединиться съ нимъ, отнять его отъ оксигемоглобина, который идетъ навстрѣчу этой потребности, легко отдавая его. Такимъ образомъ, если въ легкихъ происходитъ нагрузка гемоглобина кислородомъ, то въ тончайшихъ трубочкахъ, гдѣ кровь приходитъ почти въ соприкосновеніе съ клѣтками, происходитъ разгрузка кислорода: оксигемоглобинъ превращается въ гемоглобинъ, кровь получаетъ темно-красный цвѣтъ, и эта темно-красная кровь, называемая **венозной**, будетъ до тѣхъ поръ бѣдна кислородомъ, пока она опять не притечетъ къ легкимъ, гдѣ снова обновится, нагрузившись кислородомъ. Такъ въ теченіе всей нашей жизни совершается этотъ непрерывный круговоротъ: въ легкихъ происходитъ нагрузка крови, обогащеніе ея кислородомъ, въ тончайшихъ сосудахъ происходитъ разгрузка, обѣднѣніе кислородомъ.

Теперь ясна для Васъ роль красныхъ кровяныхъ шариковъ: благодаря содержанію гемоглобина они являются носителями и разносчиками кислорода. Такимъ образомъ миллионная армія мертвыхъ тѣлецъ — красныхъ кровяныхъ шариковъ доставляетъ нашимъ клѣткамъ **О**, то есть то, безъ чего невозможна была бы жизнь ¹⁾).

¹⁾ Кромѣ кислорода гемоглобинъ красныхъ кровяныхъ шариковъ легко соединяется и съ другими газами; особенно сильное сродство (въ 140 разъ большее, чѣмъ къ **О**) проявляетъ онъ къ „угарному газу“ (окиси углерода CO). Угарный газъ образуется вслѣдствіе неполнаго сгорания углерода (при преждевременномъ закрытіи печки, отъ сильно коптящихъ лампъ); даже ничтожное содержаніе его въ воздухѣ можетъ быть опаснымъ для жизни. Проникая вмѣстѣ съ воздухомъ при вдыханіи въ легкія, угарный газъ вытѣсняетъ изъ оксигемоглобина кислородъ и становится на его мѣсто, образуя съ гемоглобиномъ прочное соединеніе. Благодаря такому измѣненію въ составѣ гемоглобина, красные кровяные шарики лишены возможности доставлять клѣткамъ жизненно необходимый для нихъ кислородъ, и гибель организма неминуема, если во время не прійти ему на помощь. Естественная же помощь угорѣвшему заключается въ томъ, чтобы немедленно вынести его на свѣжій воздухъ и, если возможно, дать ему для вдыханія чистый кислородъ.

Выяснивъ роль красныхъ кровяныхъ шариковъ, перейдемъ къ описанію свойствъ и значенія бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ.

Бѣлые кровяные шарики (лейкоциты) находятся въ нашей крови въ гораздо меньшемъ количествѣ, чѣмъ красные: на нѣсколько сотъ красныхъ приходится одинъ бѣлый шарикъ. Число ихъ непостоянно: послѣ бѣды, напримѣръ, ихъ находятъ въ крови въ большемъ количествѣ, также у беременныхъ находятъ количество бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ увеличеннымъ. Бѣлый кровяной шарикъ состоитъ изъ протоплазмы и одного или нѣсколькихъ ядеръ. Бѣлые кровяные шарики могутъ мѣнять свою форму, втягивая и вытягивая отростки; при помощи такихъ амёбондныхъ движеній бѣлые шарики способны передвигаться. Въ извѣстныхъ случаяхъ они проходятъ черезъ тонкія стѣнки мельчайшихъ кровеносныхъ сосудовъ, не повреждая ихъ, и оставляютъ такимъ образомъ токъ крови; явленіе это носитъ названіе „выселенія лейкоцитовъ“ (см. рис. 21).

Кромѣ того, при помощи движеній своихъ отростковъ, бѣлые кровяные шарики захватываютъ и вбираютъ въ себя попадающія въ нашъ организмъ твердыя частицы; внутри протоплазмы бѣлыхъ шариковъ эти частицы подвергаются перевариванію. Эта переваривающая способность бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ оказываетъ иногда неоцѣнимую услугу человѣку. Въ нашу кровь, какъ извѣстно, часто проникаютъ бактеріи, которыя живутъ въ ней, размножаются, питаются и выдѣляютъ изъ себя различныя вещества, отравляющія организмъ, вызывающія разныя болѣзни и нерѣдко смерть. Съ этими бактеріями бѣлые кровяные шарики вступаютъ въ борьбу, отъ исхода которой часто зависитъ наше выздоровленіе или смерть.

Въ борьбѣ съ бактеріями огромное значеніе имѣетъ другая способность, проявляемая лейкоцитами (бѣлыми кровяными шариками), способность, которая наряду съ произвольнымъ передвиженіемъ рѣзко выдѣляетъ ихъ среди другихъ клѣтокъ нашего тѣла. Способность эта—особаго рода чувствительность, сказывающаяся въ томъ, что нѣкоторыя тѣла, напримѣръ, бактеріи или продукты, вырабатываемые ими, притягиваютъ къ себѣ лейкоцитовъ. Такимъ образомъ, если въ какое-либо мѣсто нашего организма проникли бактеріи, размножились тамъ, образовалась колонія, образовались продукты жизнедѣятельности бактерій—въ это мѣсто массами направляются лейкоциты. Картина эта (описанная впервые Мечниковымъ) наблюдается при всякомъ воспаленіи, а погибшіе въ борьбѣ лейкоциты составляютъ главную часть гноя.

Итакъ, способность къ произвольному передвиженію, къ захватыванію и перевариванію инородныхъ тѣлъ и чувствительность—вотъ черты, характерныя для лейкоцитовъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ черты,

сближающія ихъ съ тѣми одноклѣточными существами (амебамъ, инфузоріямъ), о которыхъ была рѣчь въ началѣ курса. Дѣйствительно, рядомъ съ арміей безжизненныхъ тѣлецъ — красныхъ кровяныхъ шариковъ — въ кровяномъ потокѣ носится армія живыхъ, дѣятельныхъ одноклѣточныхъ организмовъ — лейкоцитовъ, въ которыхъ ни одна способность не получила особаго развитія: лейкоциты избѣгли спеціализаціи, но, ни на чемъ не спеціализовавшись, они сохранили всѣ способности одноклѣточного существа. И эти способности организмъ использовалъ для своего самосохраненія, такъ какъ въ лицѣ лейкоцитовъ онъ приобрѣлъ армію прекрасно вооруженныхъ воиновъ, готовыхъ отразить нападеніе нашихъ многочисленныхъ невидимыхъ враговъ.

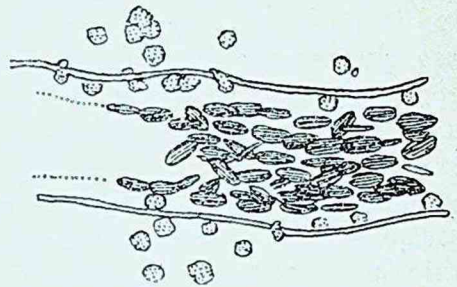


Рис. 21. Выхожденіе лейкоцитовъ черезъ капиллярную стѣнку (эмиграція лейкоцитовъ).

Красные и бѣлые кровяные шарки, какъ и большинство клѣтокъ нашего тѣла, недолговѣчны: они погибаютъ, распадаются и замѣняются новыми поколѣніями. Продолжительность существованія краснаго кровяного шарика принимается равной приблизительно четыремъ недѣлямъ. Красные кровяные шарикъ, какъ немѣющіе ядра, не могутъ размножаться; они образуются въ красномъ костномъ мозгу изъ особыхъ клѣтокъ, содержащихъ ядра; въ послѣдствіи ядра исчезаютъ, и въ клѣткахъ появляется краска. Мѣстами разрушенія, распада красныхъ кровяныхъ шариковъ являются печень, селезенка и другіе органы.

Бѣлые кровяные шарикъ размножаются путемъ дѣленія; особенно усиленное размноженіе ихъ происходитъ въ такъ называемыхъ лимфатическихъ железахъ, о которыхъ у насъ еще будетъ рѣчь.

Намъ остается еще рассмотреть свойства и значеніе кровяной жидкости, или плазмы, въ которой плаваютъ бѣлые и красные шарки.

Кровяная плазма представляетъ собой прозрачную жидкость, которая немногимъ тяжелѣе воды. Плазма состоитъ изъ воды и различныхъ растворенныхъ въ ней твердыхъ тѣлъ, главнымъ образомъ бѣлковъ: въ ней растворены еще и жиръ, соли (поваренная соль, сода), сахаръ и нѣкоторые продукты распада, но всѣ эти вещества заключаются въ плазмѣ въ самомъ ничтожномъ количествѣ. Въ 100 частяхъ кровяной плазмы содержатся: 90 частей

воды, 8 частей бѣлковъ, остальное приходится на долю жира, сахара, солей и др. Точно такъ же составлена, конечно, каждая капля плазмы. Вы видите, какое сложное тѣло представляетъ собой мельчайшая частица плазмы: въ нее входятъ вода, бѣлокъ, сахаръ, соли, жиръ. Каждая капля кровяной плазмы представляетъ собой миниатюрное отраженіе состава всего тѣла. Да иначе и не можетъ быть, потому что именно изъ плазмы наши ткани (мышцы, кости, нервы и другія) получаютъ весь матеріалъ, необходимый для ихъ построения и роста. Но помимо строительнаго матеріала кровяная плазма доставляетъ клѣткамъ и горючій матеріалъ, въ видѣ различныхъ органическихъ веществъ: бѣлка, жира, сахара. Такимъ образомъ, если назначеніе красныхъ кровяныхъ шариковъ заключается въ отдачѣ клѣткамъ кислорода, назначеніе бѣлыхъ шариковъ—въ борьбѣ съ бактеріями, то главное назначеніе кровяной плазмы заключается въ доставленіи клѣткамъ веществъ, которыя служатъ имъ въ качествѣ какъ строительнаго, такъ и горючаго матеріала.

Въ кровяную же плазму попадаютъ и накапливающіеся въ клѣткахъ во время ихъ работы продукты горѣнія (углекислота и друг.). Эти ненужныя и вредныя для организма вещества вмѣстѣ съ токомъ крови уносятся въ органы, специально занимающіеся удаленіемъ изъ тѣла всякихъ отбросовъ.

Надо, однако, замѣтить, что помимо выполненія своего прямого назначенія—доставки клѣткамъ питательнаго матеріала и удаленія изъ нихъ продуктовъ распада—кровяная плазма несетъ въ тѣлѣ еще другую важную службу: она исполняетъ роль защитницы организма при вторженіи въ него различныхъ микробовъ. Когда въ тѣло человѣка вносятся бактеріи, вызывающія разныя болѣзни (напр., скарлатину, дифтеритъ, брюшной тифъ, холеру и т. п.), когда эти бактеріи поселяются въ крови и размножаются тамъ, онѣ страшны не столько тѣмъ, что какъ паразиты извлекаютъ пищу для себя изъ нашей крови, а тѣмъ, что выделяютъ изъ себя чрезвычайно ядовитыя вещества (токсины), отравляющія наши ткани и въ особенности нервную систему. Но кровь не остается безучастной къ этому вторженію опасныхъ враговъ: въ ней вырабатываются вещества, уничтожающія дѣйствіе ядовъ, выделяемыхъ бактеріями; въ крови образуются противоядія (антитоксины), которыя помогаютъ организму въ его борьбѣ съ болѣзною. Замѣчательно то, что эти противоядія даже послѣ того, какъ болѣзнь прошла, часто остаются въ крови въ теченіе всей жизни. Вотъ почему существуютъ болѣзни, вызываемыя бактеріями, которыя человѣкъ переноситъ только одинъ разъ: вторично онъ ими не заболѣваетъ (напр., скарлатиной, оспой, корью), потому что въ его крови послѣ перваго заболѣванія

образовались противоядія настолько сильныя, что вторично въ этой крови бактеріи не могутъ размножаться. Эта кровь для нихъ ядовита, и мы говоримъ, что человѣкъ сталъ **невоспримчивымъ** къ данной болѣзни ¹⁾. Необходимо тутъ же замѣтить, что существуетъ рядъ болѣзней (напр.: воспаленіе легкихъ, инфлюэнца, рожа, ангина), при которыхъ въ крови не образуется стойкихъ противоядій, такъ что одно и то же лицо можетъ въ теченіе жизни многократно переносить ихъ.

Отъ невоспримчивости, пріобрѣтенной въ борьбѣ съ болѣзною, слѣдуетъ отличать невоспримчивость естественную, или врожденную, когда уже съ момента рожденія въ крови человѣка содержатся вещества, препятствующія зараженію извѣстной болѣзною. Чтобы покончить съ описаніемъ свойствъ и значенія крови, мы должны еще указать на одну очень важную для организма способность ея, способность свертываться. Кровь въ нашемъ тѣлѣ заключена въ трубочкахъ различной толщины, различного просвѣта; по этимъ трубкамъ, пока человѣкъ живетъ, кровь непрерывно движется. Если поранить какой-либо сосудъ, изъ отверстія его вытекаетъ кровь, происходитъ кровотеченіе. Но Вамъ извѣстно изъ ежедневнаго опыта, что это кровотеченіе, даже если не принять никакихъ мѣръ, обычно скоро само собою прекращается: кровь свертывается, и такимъ путемъ образуется пробка, закупоривающая зияющее отверстіе кровеносной трубки. Ясно, что если бы наша кровь не обладала способностью свертываться, малѣйшее пораненіе кровеноснаго сосуда влекло бы долгое, опасное для жизни кровотеченіе; ничтожный ушибъ, царапина грозили бы намъ смертію вслѣдствіе огромныхъ потерь крови. Такимъ образомъ свертываніе крови является благотѣльнымъ для организма свойствомъ; оно служитъ защитой, могущественнымъ орудіемъ въ борьбѣ съ различными вредными дѣйствіями. Только у высшихъ позвоночныхъ жи-

¹⁾ Если въ крови животнаго (напр., лошади), перенесшаго какую-нибудь заразную болѣзнь, вырабатываются противоядія, то, очевидно, что такой кровью можно воспользоваться для лѣченія человѣка, заболѣвшаго той же болѣзною, такъ какъ, вводя въ него кровь животнаго, мы къ противоядіямъ, которыя онъ самъ вырабатаетъ, прибавляемъ противоядія, выработанныя въ другомъ организмѣ. На этомъ основано сывороточное лѣченіе. Иногда удается впрыскиваніемъ такой сыворотки (прививкой) предохранить еще незаболѣвшаго отъ зараженія, то есть сообщить ему искусственную невоспримчивость. Но въ то время какъ невоспримчивость, развившаяся послѣ перенесенія болѣзни, слѣдовательно, какъ результатъ личной борьбы организма, прочна и длится иногда всю жизнь, невоспримчивость искусственная, полученная насчетъ усилій другого организма, непрочна и длится всего нѣсколько недѣль.

вотныхъ кровь обладаетъ способностью свертываться, у низшихъ свертываніе крови не всегда наблюдается. Впрочемъ, и среди людей встрѣчаются такіе, у которыхъ кровь очень медленно свертывается. Эти несчастные часто погибають отъ потери крови при ничтожномъ раненіи или незначительной операціи (напр., выдергиваніи зуба)¹⁾.

Въ живомъ тѣлѣ кровь, пока она течетъ по трубкамъ, стѣнки которыхъ ничѣмъ не повреждены, никогда не свертывается. Свертываніе наступаетъ только тогда, когда нарушено нормальное состояніе стѣнокъ, или когда въ кровь попало какое-нибудь инородное тѣло (напр. игла). Посмотримъ подробнѣе, что происходитъ съ кровью при свертываніи. Если взять изъ живого тѣла нѣкоторое количество крови, помѣстить ее въ сосудъ, то спустя 5—10 минутъ наступитъ свертываніе: кровь превратится въ твердый сгустокъ, который такъ плотно пристаеетъ къ стѣнкамъ сосуда, что не вытекаетъ при опрокидываніи. Спустя часъ или болѣе сгустокъ начинаетъ отставать отъ стѣнокъ, какъ бы съеживаться, все время выделяя изъ себя жидкость, которая называется кровяной сывороткой. Такимъ образомъ кровь раздѣлилась теперь на двѣ части: кровяной сгустокъ и кровяную сыворотку. При изслѣдованіи сгустка посредствомъ микроскопа оказывается, что онъ состоитъ изъ бѣлыхъ и красныхъ кровяныхъ шариковъ, заложенныхъ въ петляхъ тонкой волокнистой сѣти, образуемой свернувшимся бѣлковымъ веществомъ—**фибриномъ**. Въ сывороткѣ нѣтъ ни фибрина, ни шариковъ. Сыворотка свертываться не можетъ. Итакъ, свертываніе крови происходитъ въ слѣдствіе образованія фибрина. Въ крови, которая течетъ по нормальнымъ трубкамъ, фибрина нѣтъ; какъ только происходитъ поврежденіе стѣнокъ кровеносныхъ трубокъ, образуется фибринъ; фибринъ—бѣлковое тѣло, но свернувшееся, твердое; онъ образуется изъ особаго бѣлка, находящагося въ жидкомъ состояніи въ плазмѣ, такъ называемаго фибриногена (то есть образователя фибрина). Въ образованіи его принимаютъ участіе бѣлые кровяные шарики²⁾. Слѣдовательно, въ плазмѣ движущейся нормальной крови нѣтъ фибрина, но есть матеріалъ для его образованія. Въ сывороткѣ не только нѣтъ фибрина, но отсутствуетъ и матеріалъ для его образованія, вотъ почему кровяная сыворотка не можетъ свертываться.

Различныя условія могутъ вліять на свертываніе крови, то

1) Это болѣзненное состояніе носитъ названіе кровоточивости. Кровоточивость часто наблюдается у нѣсколькихъ членовъ одной и той же семьи, такъ какъ это свойство крови передается по наслѣдству.

2) Нѣкоторыя новѣйшія изслѣдованія указываютъ на участіе въ процессѣ свертыванія кровяныхъ пластинокъ.

задерживая его, то ускоряя. Такъ, холодъ и смѣшеніе крови съ растворами нѣкоторыхъ солей (натрія, магnezіи) задерживаютъ свертываніе; мѣшаетъ крови свертываться и отдѣляемое рта пѣнавокъ, почему укусы пѣнавокъ долго кровоточатъ. Наоборотъ, нагрѣваніе крови ускоряетъ свертываніе.

КРОВЕОБРАЩЕНІЕ.

I.

Законъ движенія жидкости.—Причина движенія крови.—Сердце, какъ резервуаръ для крови и какъ сила, движущая кровь.—Почему при прерывистой работѣ сердца движеніе крови совершается непрерывно?—Роль упругихъ (эластическихъ) сосудовъ стѣнокъ.

Мы изучили свойства крови и убѣдились въ томъ, что она представляетъ собой чрезвычайно цѣнную для организма жидкость, въ которой нуждаются всѣ клѣтки нашего тѣла. Теперь рассмотримъ, какія силы приводятъ эту жидкость въ непрерывное движеніе, какимъ образомъ она, постоянно обновляемая и освѣжаемая, доставляется всѣмъ клѣткамъ и при томъ доставляется въ такомъ именно количествѣ, въ какомъ требуется: во время работы въ большемъ количествѣ, чѣмъ во время покоя, дѣятельнымъ клѣткамъ больше, чѣмъ малодѣятельнымъ.

Постараемся прежде всего отвѣтить на первый вопросъ: какія силы приводятъ кровь въ непрерывное движеніе?

Въ живомъ человѣческомъ тѣлѣ кровь, ни на мгновеніе нигдѣ не останавливаясь, течетъ въ направленіи отъ сердца и обратно къ сердцу. На длинномъ пути, который кровь пробѣгаетъ, она остается замкнутой въ трубкахъ, называемыхъ кровеносными сосудами. Эти сосуды бываютъ то широкіе съ толстыми стѣнками, то менѣе широкіе съ болѣе тонкими стѣнками, то, наконецъ, очень узенькіе съ тончайшими стѣнками. Эти послѣдніе сосуды называются волосными трубочками, или капиллярами, они невидимы простымъ глазомъ, но микроскопъ открываетъ цѣлыя сѣти этихъ трубочекъ во всѣхъ уголкахъ нашего тѣла.

Необходимо далѣе, запомнить, что какъ въ широкихъ трубкахъ, такъ и въ узкихъ и въ волосныхъ сосудахъ кровь нигдѣ на пути своемъ не встрѣчаетъ отверстія, чрезъ которое она могла бы вылиться: говоря иначе, наши кровеносные сосуды представляютъ собой **систему замкнутыхъ трубокъ**. Но почему кровь, замкнутая въ трубкахъ, не остается въ покоѣ, а непрерывно движется по нимъ?

Когда мы видимъ передъ собою какую-нибудь текучую жидкость, мы знаемъ, что она движется благодаря силѣ, которая толкаетъ ее, производить на нее давленіе. Если изъ шприца льется жидкость, то это происходитъ потому, что на нее давить поршень; точно такъ же изъ гуттаперчеваго баллона бьетъ струя воды потому, что мы, сжимая рукой его стѣнки, производимъ такимъ образомъ давленіе на заключающуюся въ немъ жидкость, благодаря чему она съ силой выталкивается. Сколько бы примѣровъ мы ни взяли, мы всюду убѣждаемся въ томъ, что жидкость движется отъ мѣста, гдѣ она испытываетъ большее давленіе, туда, гдѣ она испытываетъ меньшее давленіе.

Движеніе крови по сосудамъ совершается по тому же закону, по которому происходитъ движеніе любой жидкости по трубкамъ внѣ организма. Въ движеніи кровяного потока нѣтъ ничего чудеснаго, таинственнаго. Кровь, какъ и всякая жидкость, движется потому, что какія-то силы производятъ на нее давленіе, гонять ее. Какія же это силы? Прежде всего это—сила сердечныхъ сокращеній. Сердце состоитъ изъ мышечной ткани; какъ всякая мышца, мышца сердца способна сокращаться; сокращаясь, она давитъ на содержащуюся въ сердцѣ кровь, выжимаетъ, выталкиваетъ ее совершенно такъ, какъ мы, сжимая рукой баллонъ, выталкиваемъ изъ него воду. Такимъ образомъ съ каждымъ сокращеніемъ или ударомъ сердца выбрасывается масса крови въ выходящіе изъ сердца 2 большихъ сосуда—аорту и легочную артерію, и кровяной потокъ приводится въ движеніе. Вслѣдъ за каждымъ сокращеніемъ сердечной мышцы наступаетъ расслабленіе ея; въ это время опорожненное сердце снова наполняется кровью, приливающей къ нему изъ нѣсколькихъ трубокъ. Вы видите, такимъ образомъ, что наше сердце играетъ въ одно время и роль резервуара, въ который собирается кровь, и роль насоса, который толкаетъ кровь и гонитъ ее по трубамъ.

Итакъ, мы открыли главную причину движенія крови: она заключается въ силѣ сердечныхъ сокращеній. Но мы не объяснили еще одного замѣчательнаго явленія: вѣдь кровь течетъ въ сосудахъ непрерывно, она продолжаетъ двигаться и тогда, когда насосъ—сердце перестаетъ на время толкать ее; иначе говоря, несмотря на то, что сердце сокращается съ перерывами, движеніе крови происходитъ непрерывно. Намъ нужно, какъ видите, отвѣтить на слѣдующій вопросъ: какая сила производитъ давленіе на кровь и продолжаетъ толкать ее въ то время, когда сердце расслаблено? Эта сила заключается въ стѣнкахъ кровеносныхъ трубокъ. Стѣнки сосудовъ упруги, эластичны; подобно резинѣ онѣ могутъ быть растягиваемы и, будучи

растянуты, стремятся принять свой нормальный видъ, стремятся спастись. Теперь посмотримъ, какое значеніе имѣетъ эта упругость сосудистыхъ стѣнокъ для движенія крови. Когда сердце, сокращаясь, выбрасываетъ въ отходящія изъ него трубы извѣстное количество крови (около $\frac{3}{4}$ стакана), эта новая волна застаётъ аорту и легочную артерію не пустыми, а переполненными кровью, и, если бы эти сосуды были сдѣланы изъ ломкаго, нерастяжимаго матеріала, они не могли бы вмѣстить новой хлынувшей массы крови; но такъ какъ стѣнки кровеносныхъ трубокъ содержатъ упругую ткань, то выбрасываемая сердцемъ кровяная волна завоевываетъ себѣ мѣсто тѣмъ, что растягиваетъ трубы, т. е. расширяетъ ихъ и дѣлаетъ болѣе вмѣстительными. Итакъ, выбрасываемая во время сокращенія сердца кровь сильно растягиваетъ начальныя части аорты и легочной артерій. Что произойдетъ дальше? А вслѣдъ затѣмъ произойдетъ вотъ что: за сокращеніемъ наступитъ расслабленіе сердечной мышцы, сердце отдыхаетъ и въ то же время наполняется кровью; но кровь въ трубахъ не остановится въ своемъ теченіи, потому что стѣнки сосудовъ, чрезмѣрно растянутыя, будутъ стремиться къ спаденію и, спадаясь, будутъ давить на кровь и гнать ее дальше, въ слѣдующій отдѣлъ; этотъ отдѣлъ сосуда, также переполненный кровью, будетъ растягиваться, растянутыя стѣнки и здѣсь, спадаясь, будутъ толкать кровь впередъ и т. д. Такимъ образомъ кровь продолжаетъ двигаться по сосудамъ и въ то время, когда сердце находится въ состояніи покоя: работу сердца въ промежуткахъ между его сокращеніями выполняютъ упругія стѣнки сосудовъ. Итакъ, если причина движенія крови лежитъ въ силѣ сердечныхъ сокращеній, то причина непрерывности этого движенія заключается въ упругости стѣнокъ кровеносныхъ трубокъ.

Необходимо, однако, помнить, что и сила упругости сосудистыхъ стѣнокъ развивается подъ вліяніемъ сердечныхъ сокращеній, и чѣмъ энергичнѣе эти сокращенія, тѣмъ съ большей силой вгоняется въ сосуды кровь, и тѣмъ больше растутъ упругія силы. При спаденіи трубокъ упругая сила изъ скрытаго (напряженнаго) состоянія переходитъ въ дѣйствующее (активное), способствуя передвиженію крови. Такимъ образомъ работа сердца въ конечномъ итогѣ является единственной причиной кровообращенія.

II.

Ходъ кровообращенія.—Устройство человѣческаго сердца.—Большой и малый кругъ кровообращенія.—Значеніе малаго круга кровообращенія.—Значеніе большого круга.—Работа праваго и лѣваго желудочковъ.

Теперь, когда мы отвѣтили на два основныхъ вопроса: почему кровь движется, и почему это движеніе происходитъ непрерывно,—мы можемъ заняться другими вопросами, которые связаны съ движеніемъ крови, и безъ отвѣта на которые картина кровообращенія останется для насъ неясной. Намъ предстоитъ выяснитъ: въ какомъ направленіи течетъ кровь, почему направленіе теченія ея неизмѣнно одно и то же, съ одинаковой ли силой она повсюду гонится, одинакова ли скорость теченія ея въ различныхъ кровеносныхъ трубкахъ?

Прежде всего мы выяснимъ въ самыхъ общихъ чертахъ ходъ кровообращенія. Съ подробностями Васъ познакомитъ анатомія, я же ограничусь изложеніемъ плана кровообращенія. Для выясненія этого плана я прибѣгну къ сравненію. Въ клѣточномъ государствѣ, каковымъ является наше тѣло, кровообращеніе играетъ ту же роль, какую водопроводъ въ любомъ большомъ городѣ. Какъ назначеніе водопровода заключается въ доставкѣ всѣмъ жителямъ здоровой и чистой, необходимой для жизни воды, такъ и назначеніе кровообращенія заключается въ доставкѣ всѣмъ клѣткамъ тѣла необходимой для ихъ существованія жидкости—крови. Не удивительно поэтому, что при тождествѣ задачъ, водопроводная система и система кровообращенія построены по одному плану: человѣкъ при устройствѣ водопровода повторяетъ то, что съ необыкновеннымъ совершенствомъ выполнила въ его тѣлѣ природа. Перечислимъ главные части водопровода: прежде всего постоянный и неисчерпаемый источникъ воды (рѣка, колодезь); затѣмъ насосъ, накачивающій воду; далѣе, обширное водохранилище (бакъ), куда временно собирается вода; фильтръ, очищающій воду отъ вредныхъ для здоровья примѣсей; и, наконецъ, система трубъ, начиная съ толстоствѣнной „магистральной“ трубы, проложенной вдоль главныхъ центральныхъ частей города, отходящихъ отъ нея къ второстепеннымъ улицамъ и переулкамъ трубъ меньшаго калибра, и кончая тонкостѣнными трубами, заложенными въ стѣнахъ и разносящими воду по домамъ. Мы находимъ тѣ же части и въ системѣ кровообращенія. Источникомъ, откуда кровь постоянно черпаетъ и возобновляетъ свои запасы, служитъ кишечникъ, куда поступаетъ переваренная пища; резервуаромъ, куда собирается кровь, является сердце; сердце же служитъ и могучимъ поршнемъ, прогоняющимъ кровь въ главные магистральныя трубы—аорту и легочную артерію, откуда по вѣт-

вямъ и развѣтвленіямъ она разносится по всему тѣлу. Имѣется и рядъ фильтровъ, въ которыхъ кровь; протекая, освобождается отъ вредныхъ веществъ. Наконецъ, подобно тому, какъ при образцовомъ устройствѣ водопровода къ нему примыкаетъ система канализационныхъ трубъ, выносящихъ всѣ отбросы домашняго хозяйства, такъ и въ системѣ кровообращенія къ питательнымъ кровеноснымъ трубкамъ всюду непосредственно примыкаетъ система венозныхъ трубокъ, которыя собираютъ использованную и испорченную кровь съ тѣмъ, чтобы доставить ее обратно сердцу. Здѣсь, слѣдовательно, между разбираемыми системами есть существенное отличіе: загрязненная кровь, въ противоположность отбросамъ домашняго хозяйства, не удаляется вонъ, не пропадаетъ для организма, а собранная въ сердцѣ гонится послѣднимъ по особой трубѣ (легочной артеріи) къ легкимъ, гдѣ она обновляется, очищается и снова становится годной для пользованія.

Таковъ въ самыхъ общихъ чертахъ планъ кровообращенія. Отъ этого общаго обзора мы перейдемъ къ разсмотрѣнію подробностей, причемъ это болѣе подробное изученіе механизма кровообращенія мы начнемъ съ сердца, такъ какъ оно, какъ Вы видѣли, занимаетъ въ этомъ механизмѣ господствующее мѣсто, служа для крови въ одно время и бассейномъ и движущей машиной.

Сердце, заключенное въ околосердечной сумкѣ, расположено въ лѣвой половинѣ грудной клѣтки, между легкими. Оно состоитъ у человѣка изъ 4-хъ отдѣловъ, или камеръ: два верхнихъ отдѣла образуютъ предсердія—правое и лѣвое; два нижнихъ отдѣла составляютъ желудочки—правый и лѣвый. Оба предсердія отдѣлены другъ отъ друга перегородкой; точно такъ же перегородка отдѣляетъ правый желудочекъ отъ лѣваго. Такимъ образомъ изъ праваго предсердія нельзя проникнуть въ лѣвое, и изъ одного желудочка нельзя пройти въ другой; но изъ праваго предсердія есть входъ въ правый желудочекъ, а изъ лѣваго предсердія входъ ведетъ въ лѣвый желудочекъ. Стѣнки какъ предсердій, такъ и желудочковъ состоятъ изъ пучковъ мышечныхъ волоконъ; ходъ ихъ очень сложенъ, и я не буду описывать его; отмѣчу лишь, что оба предсердія имѣютъ общіе мышечные пучки, точно также и оба желудочка имѣютъ общіе мышечные пучки, но мышцы предсердій независимы, отдѣлены отъ мышцъ желудочковъ, благодаря чему предсердія могутъ сокращаться въ то время, когда желудочки находятся въ покоѣ, и обратно. Въ предсердіяхъ и желудочкахъ имѣются отверстія, которыя ведутъ въ особыя трубки, называемыя кровеносными сосудами: изъ желудочковъ выходятъ трубки, называемыя артеріями; изъ предсердій выходятъ трубки, называемыя венами. Въ артеріяхъ кровь течетъ

по направленію отъ сердца: артеріи, слѣдовательно,—сосуды, относящіе кровь изъ сердца. Въ венахъ кровь течетъ по направленію къ сердцу: вены, слѣдовательно,—сосуды, приносящіе кровь къ сердцу.

Разсмотримъ ближе эти сосуды. Въ правомъ предсердіи открываются двѣ трубки: верхняя и нижняя полныя вены; чрезъ верхнюю полую вену приносится въ правое предсердіе кровь, собранная изъ верхней половины тѣла, чрезъ нижнюю полую вену вливается туда же кровь,

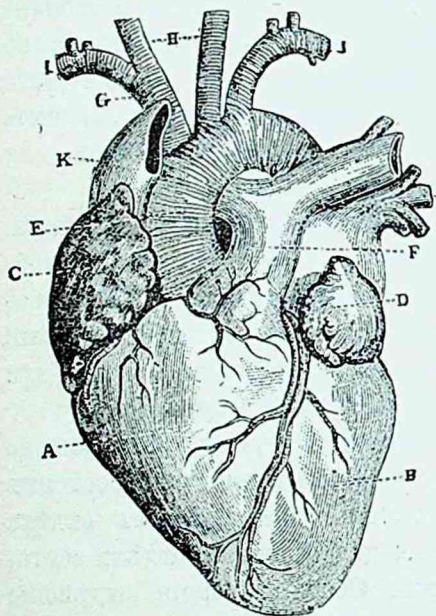


Рис. 22. Наружный видъ сердца.

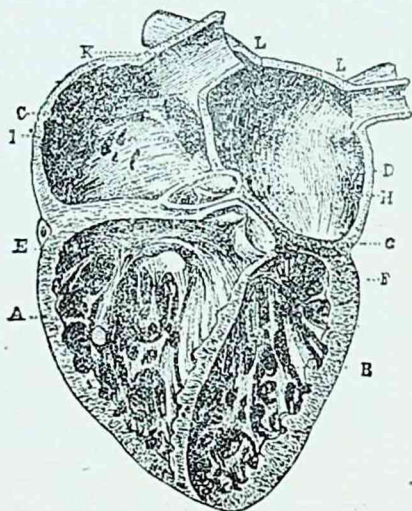


Рис. 23. Внутренній видъ сердца.

А и Б—желудочки, правый и лѣвый;
С и D—предсердія, правое и лѣвое;
Е — аорта; *Ф* — легочная артерія;
Л — легочныя вены;
К — верхняя полая вена.

собранныя изъ нижней половины тѣла. Такимъ образомъ, правое предсердіе является бассейномъ, куда притекаетъ (ставшая негодной) кровь изъ всего тѣла. Изъ праваго предсердія широкое отверстіе ведетъ въ правый желудочекъ; это отверстіе въ живомъ сердцѣ при извѣстныхъ условіяхъ закрывается наглухо клапаномъ, но объ устройствѣ и дѣйствіи этого клапана будетъ рѣчь впереди, а теперь рассмотримъ правый желудочекъ. На его передней стѣнкѣ, въ верхнемъ отдѣлѣ, открывается большой сосудъ—легочная артерія, которая относитъ кровь изъ праваго желудочка въ легкія. Въ лѣвое предсердіе открываются 4

небольшихъ сосуда—**легочныя вены**, черезъ которыя кровь изъ легкихъ поступаетъ въ сердце; изъ лѣваго предсердія мы проникаемъ въ лѣвый желудочекъ, при чемъ и здѣсь отверстіе можетъ замыкаться клапаномъ. Въ лѣвомъ желудочкѣ мы находимъ отверстіе, которое ведетъ въ самый крупный кровеносный сосудъ—**аорту**, главную магистральную трубу, по которой кровь разносится по всему тѣлу.

Несмотря на то, что приведенное описаніе сердца кратко и неполно, мы можемъ, однако, приступить теперь къ изложенію хода кровообращенія.

Дѣятельность сердца, какъ мы говорили, заключается въ томъ, что оно сокращеніемъ своихъ мышечныхъ стѣнокъ выжимаетъ и гонитъ кровь. Надо къ этому прибавить, что камеры сердца не сокращаются одновременно всѣ. Ученые имѣли возможность наблюдать дѣятельность сердца на живомъ человѣкѣ (во время операцій, при пораненіяхъ или уродствахъ, благодаря которымъ сердце представлялось обнаженнымъ), а дѣятельность живого сердца животныхъ (напр., лягушки) всякій изъ насъ можетъ наблюдать. И вотъ наблюденія показываютъ, что дѣятельность сердца протекаетъ слѣдующимъ образомъ: сначала сокращаются предсердія (систола предсердій)¹⁾, а желудочки въ это время расслаблены (находятся въ діастолѣ); затѣмъ наступаетъ сокращеніе желудочковъ (систола желудочковъ), въ теченіе котораго предсердія находятся въ діастолѣ; послѣ этого наступаетъ кратковременный отдыхъ для всего сердца (діастола всего сердца), и потомъ опять наступаетъ систола предсердій и т. д. Посмотримъ теперь, что происходитъ съ кровью, когда какой-либо отдѣлъ сердца—предсердія или желудочки—сокращается. Возьмемъ, напримѣръ, моментъ систолы предсердій: вся кровь, наполняющая предсердія, вслѣдствіе сокращенія ихъ стѣнокъ, проталкивается чрезъ открытыя отверстія въ желудочки, которые, какъ мы говорили, въ это время находятся въ діастолѣ, то есть стѣнки ихъ расслаблены и полости ихъ зіяютъ. Опорожнившись, предсердія расслабнутъ, а желудочки, наоборотъ, наполнившись кровью, начнутъ сокращаться. Будемъ слѣдить отдѣльно за судьбой крови, наполняющей каждый желудочекъ, такъ какъ и свойства, и судьба крови, притекающей въ правый и лѣвый желудочки, различны. Остановимся сначала на правомъ желудочкѣ; въ него хлынула кровь изъ праваго предсердія; въ правое же предсердіе притекла чрезъ верхнюю и нижнюю полая вены кровь, собранная со всего тѣла, кровь уже

¹⁾ Состояніе сокращенія сердца называется систолой, состояніе расслабленія—діастолой.

использованная, бѣдная кислородомъ. Такимъ образомъ правый желудочекъ наполнился кровью, ставшей негодной; эту кровь надо освѣжить, надо снова нагрузить ея красные кровяные шарики кислородомъ; но эта нагрузка, какъ Вамъ извѣстно, происходитъ въ легкихъ, надо, слѣдовательно, негодную кровь доставить къ легкимъ. Эту доставку беретъ на себя правый желудочекъ. Сокращеніемъ своихъ стѣнокъ онъ выжимаетъ и толкаетъ кровь въ отверстіе берущей изъ него начало легочной артеріи; по этой артеріи, дѣлящейся вскорѣ по выходѣ изъ праваго желудочка на двѣ вѣтви, кровь несется къ обоимъ легкимъ. Каждая вѣтвь легочной артеріи, вступая въ легкое, распадается на множество вѣтокъ; каждая вѣтка даетъ мельчайшія развѣтвленія, которыя въ свою очередь разсыпаются на сѣти тончайшихъ сосудовъ—капилляровъ, по этимъ вѣткамъ, вѣточкамъ и капиллярамъ несутся струйки крови. Въ легочныхъ капиллярахъ кровь оказывается въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ воздухомъ, наполняющимъ легкія, и гемоглобинъ красныхъ кровяныхъ шариковъ, въ то время какъ кровь медленно продвигается по узкимъ волоснымъ трубочкамъ, успѣваетъ соединиться съ *O* воздуха, превратиться въ окси-гемоглобинъ: кровь становится ярко-алой, богатой *O*. Нагрузка произошла: кровь обновилась. Въ легочныхъ капиллярахъ, какъ мы впоследствии узнаемъ подробнѣе, кровь не только обогащается *O*, но и освобождается отъ загрязняющихъ ее продуктовъ горѣнія, главнымъ образомъ отъ углекислоты, которая изъ крови уходитъ въ легочный воздухъ и вмѣстѣ съ выдохомъ удаляется въ окружающую насъ атмосферу. Но вернемся къ кровяному потоку. Куда потечетъ обновленная, богатая кислородомъ, ярко-алая кровь? Толчекъ, данный крови правымъ желудочкомъ, погналъ ее, какъ Вы видѣли, по легочной артеріи, по ея вѣтвямъ и вѣточкамъ, заставилъ ее двигаться по милліонамъ узенькихъ капилляровъ, которыми пронизана вся ткань легкихъ; но сила толчка не истощилась: ея хватаетъ на то, чтобы продвигать кровь дальше. Изъ капилляровъ обновленная кровь попадаетъ въ тоненькіе сосуды, образующіеся каждый изъ сліянія многихъ капилляровъ, это — тончайшія легочныя вены; нѣсколько такихъ венъ несутъ кровь въ одинъ общій, болѣе крупный венозный сосудъ, крупные венозные стволы въ свою очередь сливаются въ болѣе толстые, и такимъ образомъ, въ концѣ концовъ, вся кровь въ каждомъ легкомъ собирается въ двѣ вены; слѣдовательно, изъ обоихъ легкихъ вся кровь, обновленная и освѣженная, собирается въ 4 легочныя вены, которыя открываются своими отверстіями, какъ было уже сказано, въ лѣвое предсердіе.

Такимъ образомъ, вся масса крови, выброшенная изъ се

правымъ желудочкомъ, снова вернулась къ сердцу, попавъ въ лѣвое предсердіе.

Весь этотъ путь, начинающійся правымъ желудочкомъ и кончающійся лѣвымъ предсердіемъ, называется **малымъ кругомъ кровообращенія**. Цѣль прохожденія этого пути для Васъ должна быть теперь совершенно ясна: крови необходимо пробѣжать малый кругъ, такъ какъ онъ ведетъ ее черезъ легкія, гдѣ она освѣжается, освобождаясь отъ углекислоты, и обновляется, запасаясь кислородомъ, который такъ нуженъ клѣткамъ. Теперь мы должны прослѣдить, какимъ путемъ обновленная, богатая О кровь доставляется всѣмъ клѣткамъ нашего тѣла. Вернемся къ тому мѣсту, гдѣ мы ее оставили: къ лѣвому предсердію. Какъ мы уже сказали, при систолѣ лѣваго предсердія кровь выльется въ лѣвый желудочекъ; наполнившись ею, лѣвый желудочекъ въ свою очередь сократится. Сила сокращенія его толстыхъ мышечныхъ стѣнокъ очень велика, и кровь получитъ могучій толчекъ; она хлынетъ въ отверстіе аорты, которое открывается въ стѣнкѣ лѣваго желудочка. Аорта—главная магистраль нашей кровеносной системы, главный путь, по которому обновленная, ярко-алая кровь разносится во всѣ, самыя удаленныя отъ сердца части нашего тѣла. Выходя изъ лѣваго желудочка, аорта сначала поднимается вверхъ, затѣмъ, образовавъ дугу, спускается внизъ, ложась вдоль позвоночника, пока не достигнетъ 4-го поясничнаго позвонка, гдѣ стволъ ея дѣлится на 2 вѣтви, идущія къ нижнимъ конечностямъ. По всему протяженію аорта даетъ многочисленныя вѣтви—артеріи, которыя, развѣтвляясь, снабжаютъ кровеносными сосудами всѣ части тѣла. Отъ каждой вѣтви аорты, отъ каждой артеріи, отходятъ мелкія вѣточки, которыя въ свою очередь распадаются на сѣти капилляровъ. Благодаря такому устройству, въ нашемъ тѣлѣ нѣтъ ни одного участка, который не орошался бы кровью; почти всюду имѣются сѣти капилляровъ, куда попадаетъ кровь изъ какой-нибудь мелкой артерійки, вѣточки болѣе крупной артеріи, которая въ свою очередь является отпрыскомъ какой-либо вѣтви аорты. Кровь, выброшенная лѣвымъ желудочкомъ въ аорту, быстро несется по главному стволу, отсюда поступаетъ во всѣ вѣтви аорты, изъ вѣтвей течетъ дальше въ мельчайшія артерійки и попадаетъ, наконецъ, въ капилляры. Такимъ образомъ вся масса обновленной крови, находившаяся въ полости лѣваго желудочка, очутилась теперь въ капиллярахъ, сѣти которыхъ пронизываютъ все наше тѣло. Здѣсь, въ капиллярахъ, кровь отдѣлена отъ окружающихъ клѣтокъ тончайшими стѣнками, которыя, какъ мы увидимъ, не мѣшаютъ ей вступить съ клѣтками

въ обмѣнъ: кровь даетъ клѣткамъ то, въ чемъ онѣ нуждаются, т. е. *O* и питательный матеріалъ, и взамѣнъ получаетъ отъ клѣтокъ различные продукты горѣнія (углекислоту, воду и др.). Въ этихъ капиллярахъ, слѣдовательно, происходитъ разгрузка кислорода крови; ставшая бѣдной *O* и загрязненная различными отбросами кровь мѣняетъ свой ярко-алый цвѣтъ на темно-красный, изъ артеріальной становится венозной. Между тѣмъ теченіе крови въ капиллярахъ не останавливается. Благодаря первоначальному толчку и дѣйствию упругихъ стѣнокъ артерій, она продвигается изъ капилляровъ дальше въ непосредственное продолженіе послѣднихъ, т. е. въ тонкіе венозные стволы, изъ которыхъ каждый образуется путемъ сліянія многихъ капилляровъ. Изъ нѣсколькихъ венъ кровь собирается въ одинъ болѣе крупный венозный сосудъ. Въ концѣ концовъ, кровь изъ всѣхъ венъ нижней части тѣла собирается въ одинъ широкій стволъ: нижнюю полую вену, а кровь изъ всѣхъ венъ верхней части тѣла вливается въ верхнюю полую вену. Обѣ полныя вены, какъ было указано, впадаютъ въ правое предсердіе, куда, слѣдовательно, и попадаетъ вся собранная ими кровь. Такимъ образомъ, слѣдя за кровью, мы снова совершили кругооборотъ: оставивъ сердце, мы опять вернулись къ нему. Въ самомъ дѣлѣ, вся кровь, выброшенная лѣвымъ желудочкомъ, попала въ аорту, переполнила всѣ ея вѣтви, прошла дальше въ миллионы капилляровъ, изъ капилляровъ она продвинулась въ многочисленныя вены, которыя понесли ее въ два большихъ сосуда (полныя вены), чрезъ которые она вылилась въ правое предсердіе. Весь этотъ длинный путь, начинающійся лѣвымъ желудочкомъ и оканчивающійся въ правомъ предсердіи, называется **большимъ кругомъ кровообращенія**. Вы замѣчаете, насколько различны роли обоихъ путей крови: большого и малаго круга. Въ то время какъ назначеніе малаго круга — дать возможность крови освѣжиться и запастись кислородомъ, назначеніе большого круга — служить тѣмъ путемъ, по которому вмѣстѣ съ кровью подвозятся нашимъ клѣткамъ питательный матеріалъ и *O*. Изъ безчисленныхъ волосныхъ сосудовъ большого круга всѣ ткани нашего тѣла — мускулы, кости, нервы и т. д. — черпаютъ все необходимое для ихъ жизни и дѣятельности.

Большой и малый путь кровообращенія въ сущности не со всѣмъ правильно названы кругами, такъ какъ каждый изъ нихъ не образуетъ замкнутаго кольца; наоборотъ, оба вмѣстѣ представляютъ собой, дѣйствительно, кругъ, который кровь непрерывно пробѣгаетъ въ нашемъ тѣлѣ. Великій круговоротъ, по которому дви-

жется въ тѣлѣ потокъ крови, этотъ истинный потокъ жизни, впервые былъ вѣрно описанъ знаменитымъ Гарвеемъ (въ 1628 году). Нарисовавъ полную картину кровообращенія въ томъ видѣ, въ какомъ мы ее теперь знаемъ, геніальный Гарвей сдѣлалъ для физиологін то же, что Лавуазье для химіи установленіемъ закона о неуничтожаемости матеріи, что Ньютонъ для астрономіи открытіемъ всемірнаго тяготѣнія.

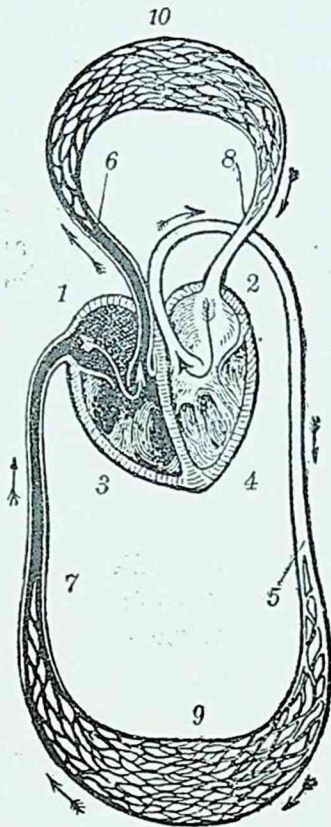


Рис. 24. — Кровеносный аппаратъ въ упрощенномъ (схематическомъ) видѣ. 1 — правое предсердіе; 2 — лѣвое предсердіе; 3 — правый желудочекъ; 4 — лѣвый желудочекъ; 5 — аорта; 6 — легочная артерія; 7 — полая вена; 8 — легочная вена; 9 — сѣтъ капилляровъ большого круга; 10 — легочные капилляры (малаго круга).

Необходимо запомнить одну особенность: въ то время, какъ аорта и всѣ ея вѣтви — артеріи большого круга наполняются кровью изъ лѣвой половины сердца, т. е. ярко-алой, богатой кислородомъ, артеріальной кровью, наоборотъ, легочная артерія и всѣ ея вѣтви — артеріи малаго круга получаютъ свою кровь изъ правой половины сердца, темно-красную, уже использованную, слѣдовательно, бѣдную кислородомъ, венозную кровь.

Только въ легочныхъ капиллярахъ эта венозная кровь очищается, обогащается кислородомъ, становится ярко-алой, артеріальной и въ такомъ обновленномъ видѣ поступаетъ въ легочныя вены. Такимъ

образомъ, въ то время какъ во всѣхъ артеріяхъ большого круга течетъ артеріальная кровь, а во всѣхъ его венахъ — венозная, въ артеріяхъ малаго круга течетъ венозная кровь, а въ его венахъ — артеріальная.

Умѣстно здѣсь отмѣтить, какъ отдѣльныя части сердца приспособлены къ той работѣ, которую каждая выполняетъ. Предсердія гонятъ кровь въ желудочки, то есть на очень малое разстояніе,

работа предстоитъ имъ очень незначительная: соотвѣтственно этому ихъ мышечныя стѣнки тонки. Наоборотъ, стѣнки желудочковъ отличаются значительно большей толщиной, такъ какъ своимъ сокращеніемъ онѣ должны сообщить крови настолько сильный толчекъ, чтобы она могла пробѣжать цѣлый кругъ кровообращенія—большой или малый. Понятно также, почему лѣвый желудочекъ толще праваго: мышцамъ лѣваго желудочка приходится совершать большую работу, такъ какъ путь, по которому лѣвый желудочекъ гонитъ кровь, гораздо длиннѣе того пути, по которому кровь гонится правымъ желудочкомъ.

Быть можетъ самой поразительной стороной въ аппаратѣ кровообращенія слѣдуетъ признать громадность работы, производимой сердечной мышцей, особенно если принять во вниманіе незначительные размѣры сердца — этого совершеннѣйшаго въ природѣ насоса. Дѣйствительно, работа, выполняемая, напримѣръ, лѣвымъ желудочкомъ въ теченіе однѣхъ только сутокъ оказывается поистинѣ колоссальной. Мы можемъ ее приблизительно вычислить на основаніи слѣдующаго разсужденія: съ каждымъ сокращеніемъ (ударомъ) лѣваго желудочка въ аорту вбрасывается, согласно новѣйшимъ изслѣдованіямъ, около 80 граммовъ крови и съ такой силой, что если бы аорты не было, и кровь изъ сердца вылилась бы прямо вверхъ, то кровяная струя поднялась бы на высоту выше 4 аршинъ. Слѣдовательно, каждый ударъ лѣваго желудочка въ состояніи поднять 80 граммовъ крови на высоту около 4 аршинъ. Зная, что въ одну минуту лѣвый желудочекъ взрослого мужнины сокращается въ среднемъ 70 разъ, можно вычислить работу, совершаемую имъ въ теченіе сутокъ: она равна поднятію тяжести въ $1\frac{1}{2}$ пуда на высоту одной версты. Правый желудочекъ сердца, выталкивающий кровь съ силой втрое меньшей, чѣмъ лѣвый желудочекъ, совершаетъ соотвѣтственно этому и работу втрое меньшую.

Огромная энергія, проявляемая сердечной мышцей, только потому не приводитъ въ теченіе многихъ десятилѣтій къ усталости и истощенію, что за каждымъ ударомъ слѣдуетъ отдыхъ (пауза). Систола сердца длится $\frac{2}{3}$ секунды, вслѣдъ за тѣмъ наступаетъ расслабленіе его, которое длится приблизительно столько же. Можно, слѣдовательно, сказать, что въ теченіе сутокъ сердце 12 часовъ работаетъ и 12 часовъ отдыхаетъ. На примѣрѣ сердца, неутомимаго стража нашей жизни, природа даетъ намъ нагляднѣйшее доказательство огромнаго значенія, которое имѣетъ для сохраненія работоспособности нашихъ органовъ кратковременный, но часто повторяющійся отдыхъ. Именно эти кратковременныя паузы, наступающія вслѣдъ за каждымъ сокращеніемъ, даютъ возможность

сердечной мышцѣ выполнить, безъ ущерба для ея силъ, колоссальную работу.

III.

Устройство клапановъ сердца и сосудовъ; ихъ назначеніе.—Понятіе о порокахъ сердца.—Кровяное давленіе.—Способъ измѣренія кровяного давленія.—Кровяное давленіе въ артеріяхъ, капиллярахъ и венахъ.—Скорость теченія крови въ артеріяхъ, капиллярахъ и венахъ.—Сравненіе кровообращенія въ артеріяхъ и венахъ.—Что мѣшаетъ и что благопріятствуетъ венозному кровообращенію?

Описывая устройство сердца, я вскользь упомянулъ объ имѣющихся въ немъ клапанахъ. Займемся ими подробнѣе. Ясное представленіе о нихъ Вы получите только тогда, когда сами ихъ разсмотрите. Вы увидите, что они состоятъ изъ тонкихъ перепончатыхъ лоскутковъ, расположенныхъ по бокамъ отверстій, ведущихъ изъ желудочковъ въ предсердія. Эти лоскутки, или, какъ ихъ называютъ, створки, прикрѣплены широкимъ основаніемъ къ стѣнкѣ желудочковъ, а верхушкой, когда отверстіе открыто, смотрятъ внизъ. Съ боковъ и верхушки каждой створки отходятъ бѣлыя нити („сухожильныя струны“), которыя прикрѣпляются къ особымъ такъ называемымъ **сосцевиднымъ мышцамъ**. Такое устройство позволяетъ клапанамъ открываться только въ одну сторону, въ сторону желудочковъ, или, иначе говоря, по направленію тока крови. Клапанъ, находящійся у отверстія въ правой половинѣ сердца состоитъ изъ трехъ створокъ и называется **трехстворчатымъ**; клапанъ лѣвой половины сердца состоитъ изъ двухъ створокъ и называется **двухстворчатымъ**. Аорта и легочная артерія также снабжены клапанами,

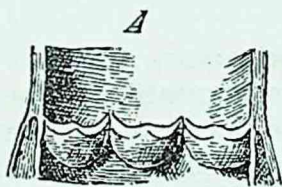


Рис. 25. А—Полулунныя заслонки въ аортѣ.



Рис. 26. В—Клапаны открылись подъ напоромъ крови.

чатымъ. Аорта и легочная артерія также снабжены клапанами, которые мы находимъ на внутренней поверхности ихъ стѣнокъ, сейчасъ по выходѣ этихъ сосудовъ изъ сердца. Клапаны аорты и легочной артерій представляютъ собой складки ткани на подобіе кармановъ, прикрѣпленныхъ одной стороною къ стѣнкѣ сосуда, а другой, свободной, обращенныхъ въ сторону, противоположную желудочкамъ.

Легко убѣдиться, что и эти клапаны, получившіе названіе полулунныхъ заслонокъ, открываются только въ одну сторону, по направленію кровяного тока.

Назначеніе клапановъ заключается въ томъ, чтобы не допустить обратнаго тока крови въ ту полость, откуда она поступила. Для того чтобы понять, какимъ образомъ клапаны выполняютъ свое назначеніе, прослѣдимъ еще разъ кровообращеніе въ сердцѣ. Предсердія, сокращаясь, гонятъ кровь въ желудочки; входъ въ разслабленные желудочки открытъ, такъ какъ кровяная волна прижимаетъ створки клапановъ къ стѣнкамъ желудочковъ. Желудочки, наполнившись кровью, начинаютъ въ свою очередь сокращаться, и тогда кровь, напирая снизу на клапаны, приподымаетъ ихъ: клапаны смыкаются, захлопываются, входъ въ предсердія оказывается закрытымъ, и масса крови изъ желудочковъ имѣетъ только одинъ выходъ—въ аорту и легочную артерію ¹⁾. Въ эти сосуды кровь съ силой устремляется, прижимая къ стѣнкамъ полулунныя заслонки; аорта и легочная артерія переполняются кровью, кровь затекаетъ въ карманы клапановъ, наполняетъ ихъ, раздуваетъ, и такимъ образомъ подъ напоромъ крови клапаны замыкаютъ просвѣтъ сосудовъ, такъ что ни одна капля крови не можетъ попасть обратно въ желудочки.

Итакъ, благодаря тому, что клапаны открываются только по направленію кровяного тока, кровь безостановочно продвигается впередъ, изъ одной полости въ другую, причемъ ни одна капля не течетъ обратно. Вы сами можете легко представить себѣ, сколько бесполезной работы пришлось бы выполнить сердцу, если бы не было клапановъ.

Болѣзненные пораженія клапановъ носятъ названіе пороковъ сердца. Если пораженіе клапана приводитъ къ тому, что онъ не въ состояніи (вслѣдствіе изъязвленія, напимѣръ) наглухо закрыть отверстіе, тогда говорятъ о недостаточности клапана. Недостаточность клапана имѣетъ своимъ ближайшимъ послѣдствіемъ обремененіе сердечной мышцы увеличенной противъ нормы работой. Пояснимъ сказанное на примѣрѣ. Предположимъ, что передъ нами больной, страдающій недостаточностью двухстворчататаго клапана. У него, слѣдовательно, при сокращеніи лѣваго желудочка не вся кровь уходитъ въ аорту, а часть ея попадаетъ въ лѣвое предсердіе, входъ въ которое, вслѣдствіе поврежденія клапана, не закрывается

¹⁾ Поддаваясь напору крови, двухстворчатый и трехстворчатый клапаны могли бы чрезмѣрно выпячиваться въ предсердія, но ихъ выворачиванію препятствуетъ сокращеніе сосцевидныхъ мышцъ, которыя при помощи сухожильныхъ нитей оттягиваютъ клапаны книзу.

наглухо. Такимъ образомъ лѣвое предсердіе у такого больного получаетъ, помимо обычнаго количества крови (изъ легочныхъ венъ), еще добавочную обратную порцію изъ лѣваго желудочка. Проталкиваніе этого увеличеннаго количества крови требуетъ со стороны мышцы предсердія увеличенной работы. Но и лѣвый желудочекъ, получивъ изъ лѣваго предсердія бѣольшую массу крови, вынужденъ, чтобы прогнать ее, употребить бѣольшія, чѣмъ при нормальныхъ условіяхъ, усилія.

Не вдаваясь въ подробности, скажу лишь, что пораженіе любого клапана ведетъ точно также къ увеличенію работы сердца. Непосредственнымъ результатомъ напряженной, усиленной работы сердечной мышцы является энергичный ростъ и размноженіе ея волоконъ, увеличеніе сердца (гипертрофія сердца). Увеличенное сердце нерѣдко въ теченіе долгаго времени, иногда многихъ лѣтъ, успѣшно выполняетъ свою тяжелую работу, но рано или поздно наступаетъ моментъ, когда и для „большого“ сердца изъ дня въ день совершаемый имъ, въ значительной части бесполезный, трудъ оказывается непосильнымъ, и сердечная мышца начинаетъ проявлять признаки усталости. Могучій двигатель ослабѣваетъ, кровообращеніе разстраивается, и вмѣстѣ съ нимъ нарушается вся жизнь организма.

До сихъ поръ мы занимались главнымъ образомъ кровообращеніемъ въ сердцѣ, теперь обратимся ко всему кровяному потоку. Мы видѣли, что этотъ потокъ движется всегда въ одномъ неизмѣнномъ направленіи: изъ сердца—въ артеріи, изъ артерій—въ капилляры, изъ капилляровъ—въ вены, изъ венъ—обратно къ сердцу. Никогда кровяной потокъ не течетъ обратно. Какая сила заставляетъ его течь въ указанномъ направленіи?

Для того чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, мы должны прежде всего вспомнить, что кровь въ своемъ теченіи внутри нашего тѣла повинуется тѣмъ же законамъ, какіе установлены въ природѣ для движенія всякой жидкости.

Теченіе жидкости повинуется одному основному закону: она всегда движется отъ мѣста, гдѣ она подвергается большому давленію, къ мѣсту, гдѣ она находится подъ меньшимъ давленіемъ. Теченіе крови по кровеноснымъ сосудамъ слѣдуетъ тому же закону, то есть наибольшее давленіе кровь испытываетъ въ началѣ своего пути, наименьшее — въ концѣ. Слѣдовательно, если кровь движется по замкнутому кругу отъ сердца обратно къ сердцу, то это потому, что подъ наибольшимъ давленіемъ она находится сейчасъ по выходѣ ея изъ сердца, а по мѣрѣ удаленія отъ сердца это давленіе падаетъ. Мы сейчасъ убѣдимся, что такъ оно въ дѣйствительности и про-

исходитъ. Припомнимъ, прежде всего, что кровь, движущаяся по сосудамъ, находится подъ давленіемъ стѣнокъ этихъ сосудовъ; съ тѣмъ большей силой кровь растягиваетъ переполненные трубки, съ тѣмъ большей силой стѣнки этихъ трубокъ давятъ на кровь; однимъ словомъ, съ такой же силой, съ какой жидкость (кровь) давитъ на сосудистыя стѣнки, стѣнки давятъ на кровь. Сила давленія крови на стѣнки сосудовъ (или, что одно и то же, сила давленія сосудистыхъ стѣнокъ на кровь) носитъ названіе бокового кровяного давленія. Это боковое давленіе—наибольшее въ началѣ кровяного пути, то есть въ началѣ аорты и легочной артеріи, потому что сила сердечнаго сокращенія здѣсь вся уходитъ на растягиваніе стѣнокъ, вся почти превращается въ боковое давленіе; далѣе, по мѣрѣ удаленія отъ сердца, сила удара тратится на прохожденіе пути, на преодоленіе препятствій, которыя встрѣчаются въ пути; соотвѣтственно этому, по мѣрѣ прохожденія пути, кровяное давленіе падаетъ: въ крупныхъ и среднихъ артеріяхъ оно падаетъ постепенно, такъ какъ теченіе крови по нимъ не встрѣчаетъ особыхъ препятствій благодаря сравнительному простору; не то въ капиллярахъ: въ этихъ микроскопически-узкихъ трубочкахъ одна частица жидкости трется о другую, кровь еле протискивается, сила полученнаго первоначальнаго толчка почти вся уходитъ на преодоленіе этихъ препятствій, и кровяное давленіе въ капиллярахъ рѣзко падаетъ. Въ дальнѣйшемъ слѣдованіи крови, въ венахъ, которыя еще болѣе удалены отъ мѣста начальнаго толчка, чѣмъ капилляры, паденіе кровяного давленія продолжается, но, благодаря сравнительному простору венозныхъ сосудовъ, паденіе это опять идетъ постепенно. Итакъ, боковое давленіе крови, наибольшее въ началѣ кровяного потока, то есть въ началѣ аорты и легочной артеріи, на всемъ протяженіи кровяного пути неизмѣнно падаетъ: постепенно въ артеріяхъ, очень рѣзко въ капиллярахъ и опять медленно въ венахъ; въ концѣ своего пути, то есть у впаденія венъ въ сердце, кровь течетъ подъ наименьшимъ давленіемъ.

Величину бокового давленія крови можно измѣрить; такого рода измѣренія были произведены, и они подтвердили справедливость предыдущихъ разсужденій. Измѣряется кровяное давленіе такимъ же путемъ, какимъ измѣряется давленіе любой жидкости или газа: посредствомъ прибора, называемаго **манометромъ**. Манометръ представляетъ собой двухколѣнную, открытую съ обоихъ концовъ трубку, наполненную до извѣстной высоты ртутью; ртуть въ колѣнахъ стоитъ на одномъ уровнѣ, такъ какъ она находится въ обоихъ

подъ одинаковымъ давленіемъ (воздуха). Если соединить одну вѣтвь (напримѣръ, правую) трубки со вскрытой полостью какой-либо артеріи, ртуть въ этой вѣтви подъ давленіемъ напирющей крови опустится, а въ лѣвой поднимется; чѣмъ сильнѣе будетъ кровяное давленіе, тѣмъ большая будетъ разниа въ уровнѣ обоихъ ртутныхъ столбовъ. Такимъ образомъ по этой разницѣ уровней можно судить о силѣ кровяного давленія. Для того, чтобы кровь не свернулась, соединительная вѣтвь манометра наполняется растворомъ соды, которая замедляетъ свертываніе.

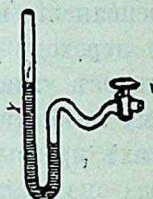


Рис 27. Приборъ для измѣренія кровяного давленія.

Съ помощью описаннаго прибора, а также другихъ, болѣе усовершенствованныхъ и сложныхъ, физиологи измѣряли кровяное давленіе у различныхъ животныхъ, и результаты измѣреній, какъ я сказалъ, подтвердили, что давленіе, подъ которымъ течетъ кровь въ сосудахъ, непрерывно падаетъ по мѣрѣ удаленія отъ сердца ¹⁾. Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію другого поставленнаго раньше вопроса: съ одинаковой ли скоростью течетъ кровь въ разныхъ отдѣлахъ кровеносной системы? Нетрудно понять, что быстрота, съ которой несется потокъ крови по аортѣ, артеріямъ, капиллярамъ и венамъ, не можетъ быть всюду одна и та же. Подобно тому, какъ горный ручей стремительно несется по узкому руслу, но, спустившись въ долину и разлившись на широкомъ пространствѣ, рѣзко замедляетъ свое теченіе, такъ и кровяной потокъ при переходѣ изъ аорты въ ея вѣтви, изъ артерій въ капилляры долженъ становиться все менѣе быстрымъ, потому что русло его на всемъ этомъ протяженіи непрерывно расширяется. Въ самомъ дѣлѣ, хотя каждая вѣтвь аорты уже самой аорты, но всѣ развѣтвленія ея въ любомъ мѣстѣ, вмѣстѣ взятые, образуютъ просвѣтъ болѣе широкій, чѣмъ просвѣтъ аорты. Точно также, хотя каждый капилляръ много тоньше волоска, но всѣ капилляры нашего тѣла представляютъ собой, по сравненію съ аортой, огромное озеро: просвѣтъ всѣхъ капилляровъ, собранныхъ вмѣстѣ, далъ бы стволъ въ 500 разъ шире ствола аорты. А между тѣмъ все то количество крови, которое выбрасывается въ аорту, распредѣляется затѣмъ по всѣмъ безчисленнымъ капилля-

1) У лошади высота бокового давленія крови оказалась равной въ началѣ аорты 20—22 сант. ртутнаго столба, въ крупныхъ артеріяхъ 16—18 сант., въ удаленныхъ отъ сердца артеріяхъ 14 сант., въ венахъ, расположенныхъ недалеко отъ сердца, она падаетъ до нуля и даже ниже, т. е. давленіе крови здѣсь ниже давленія окружающаго воздуха, такъ что столбъ ртути въ правомъ коленѣ манометра не только не опускается, но поднимается, какъ бы присасывается кровью.

рамъ нашего тѣла, и сколько жидкости въ 1 секунду протекаетъ черезъ аорту, столько же должно оттекать въ 1 секунду изъ капилляровъ въ вены, такъ какъ въ противномъ случаѣ, если бы, напримѣръ, чрезъ капилляры оттокъ совершался медленнѣе, въ нихъ, спустя самое короткое время, должно было бы наблюдаться переполненіе кровью, чего въ дѣйствительности не бываетъ. Итакъ, при переходѣ изъ аорты и вѣтвей ея въ капилляры, кровяной потокъ изъ узкаго русла попадаетъ въ широкое озеро. Благодаря этому необыкновенному расширенію русла, теченіе крови въ капиллярахъ чрезвычайно замедляется: такъ замедляется теченіе рѣки, когда она (какъ, напримѣръ, Волга) у своего устья распадается на множество рукавовъ. Иную картину мы наблюдаемъ въ венахъ; здѣсь замѣчается обратное явленіе: чѣмъ ближе къ сердцу, тѣмъ русло болѣе суживается, такъ какъ венозные сосуды, сливаясь, даютъ начало все меньшему количеству венъ, просвѣтъ которыхъ всегда уже суммы просвѣтовъ тѣхъ сосудовъ, которые впадаютъ въ нихъ, пока наконецъ всѣ вены не сольются въ двѣ полныя вены. Поэтому при переходѣ изъ капилляровъ въ мельчайшія вены, изъ мелкихъ венъ въ болѣе крупныя, однимъ словомъ, по мѣрѣ приближенія къ сердцу, кровь попадаетъ во все болѣе узкія русла, и скорость ея теченія соотвѣтственно этому постепенно возрастаетъ. Но и въ полыхъ венахъ теченіе крови все же медленнѣе, чѣмъ въ аортѣ, такъ какъ обѣ полныя вены, взятая вмѣстѣ, образуютъ болѣе широкое русло, чѣмъ одинъ стволъ аорты.

Итакъ, скорость теченія крови наибольшая въ аортѣ, въ артеріяхъ она нѣсколько замедляется, въ капиллярахъ она рѣзко падаетъ, въ венахъ снова возрастаетъ по мѣрѣ приближенія къ сердцу, не достигая, однако, первоначальной скорости теченія въ аортѣ.

Въ то время какъ въ большихъ артеріяхъ кровь пробѣгаетъ въ 1 секунду около 1 фута, въ капиллярахъ она медленно продвигается со скоростью 1 дюйма въ минуту. Теченіе крови въ капиллярахъ можно непосредственно наблюдать подъ микроскопомъ; для наблюденія можно пользоваться или плавательной перепонкой задней лапки лягушки (слегка захлороформированной), или, еще лучше, тонкимъ, прозрачнымъ хвостомъ головастика. Хорошо видно, какъ красныя кровяныя шарики занимаютъ середину, а бѣлыя ползутъ у стѣнокъ, причемъ они движутся разъ въ 10 медленнѣе, чѣмъ красныя. Намѣтивъ одинъ какой-нибудь красный кровяной шарикъ, слѣдятъ за нимъ и, опредѣливъ путь, какой онъ проходитъ въ теченіе, напримѣръ, 10 секундъ, вычисляютъ скорость кровяного потока въ капиллярахъ.

Все изложенное даетъ намъ матеріалъ, на основаніи котораго мы можемъ сравнить условія кровообращенія въ артеріяхъ и венахъ. Мы видѣли, что въ артеріяхъ кровь течетъ и подъ болѣе сильнымъ напоромъ и съ большей скоростью, чѣмъ въ венахъ. Далѣе, артеріи, благодаря имѣющейся въ ихъ стѣнкахъ эластической ткани, существенно отличаются отъ венъ своей упругостью, а мы знаемъ, какую большую роль играетъ упругость сосудистыхъ стѣнокъ въ проталкиваніи крови. Вены не упруги и легко сжимаемы. Такимъ образомъ въ венахъ условія для кровообращенія складываются менѣе благопріятно, чѣмъ въ артеріяхъ. Вслѣдствіе того, что давленіе, подъ которымъ кровь течетъ въ венахъ, незначительно, а стѣнки венъ легко сжимаемы, различныя случайныя препятствія (прижатіе, напимѣръ) легко могутъ вызвать пріостановку въ движеніи венозной крови. Въ особенно тяжелыя условія поставлено венозное кровообращеніе въ нижнихъ конечностяхъ, гдѣ току крови приходится подниматься вверхъ, т. е. преодолевать силу тяжести. Понятно, почему въ нижнихъ конечностяхъ и вообще въ нижней половинѣ тѣла такъ часто наблюдается застой крови въ венахъ *). Кровообращеніе въ венозной системѣ совершилось бы еще съ болѣе большими трудностями, если бы нашъ организмъ не обладалъ рядомъ приспособленій, которыя облегчаютъ передвиженіе крови по венамъ. Приспособленія эти заключаются въ слѣдующемъ:

1) большинство венъ снабжены клапанами, устроенными подобно полулуннымъ заслонкамъ и открывающимися только въ сторону естественнаго теченія венозной крови, т. е. по направленію къ сердцу; эти клапаны не позволяютъ крови течь въ обратномъ направленіи;

2) вены образуютъ между собой многочисленныя связи (такъ называемыя анастомозы), такъ что въ случаѣ какихъ-либо препятствій на главномъ или ближайшемъ пути кровь можетъ направиться по одному изъ обходныхъ путей;

3) наши движенія способствуютъ венозному кровообращенію, такъ какъ всякое сокращеніе мышцы сопровождается сжатіемъ заключенныхъ въ ней венъ, а изъ сжатыхъ венъ кровь можетъ выжиматься только въ направленіи къ сердцу, въ обратномъ же направленіи вены не могутъ опорожниться благодаря клапанамъ;

*) Чувство онемѣнія, которое мы такъ часто ощущаемъ въ нижнихъ конечностяхъ послѣ долгаго сидѣнія или стоянія, образованіе геморроидальныхъ шишекъ у лицъ, ведущихъ сидячій образъ жизни, расширенія венъ на нижнихъ конечностяхъ во время беременности—все это послѣдствія затрудненнаго кровообращенія въ венахъ, венознаго застоя.

4) дыханіе также способствуетъ опорожненію венъ. При каждомъ вдохѣ грудная клѣтка расширяется и присасывается, какъ бы накачивается, кровь изъ полыхъ венъ въ правое предсердіе. Причина этого присасывающаго дѣйствія грудной клѣтки во время вдоха выяснится впоследствии, при изученіи физиологіи дыханія.

IV.

Толчекъ сердца.—Сердечные тоны и ихъ происхожденіе.—Значеніе выслушиванія тоновъ.—Происхожденіе пульсовой волны.—Количество и качество пульсовыхъ ударовъ.—Значеніе изслѣдованія пульса.

Несмотря на то, что сердце скрыто отъ насъ въ глубинѣ грудной клѣтки, тѣмъ не менѣе мы можемъ судить о характерѣ его работы благодаря нѣкоторымъ явленіямъ, которыя дѣлають дѣятельность сердца доступной нашему зрѣнію, слуху и осязанію. Среди этихъ явленій на первомъ мѣстѣ слѣдуетъ поставить сердечный толчекъ. При нормальныхъ условіяхъ толчекъ сердца, т. е. выпячиваніе грудной клѣтки вслѣдствіе сокращенія сердца, виденъ для глаза (если кожные покровы не очень толсты) и ощущается приложенной рукой между 5 и 6 лѣвыми ребрами, на палецъ кнутри отъ соска. Толчекъ сердца происходитъ отъ того, что верхушка сердца при сокращеніи желудочковъ перемѣщается вверхъ и впередъ и, становясь твердой и плотной, своимъ давленіемъ выпираетъ межреберный промежутокъ. По положенію сердечнаго толчка мы безошибочно судимъ о мѣстонахожденіи сердца. Если толчекъ обнаруживается въ другомъ мѣстѣ, то это показываетъ, что или сердце имѣетъ ненормальные размѣры, или же что оно сдвинуто (давленіемъ жидкости, опухоли).

Сокращенія сердца сопровождаются особыми звуками, такъ называемыми **сердечными тонами**, которые можно выслушивать, прикладывая ухо (или трубку) къ грудной клѣткѣ. У здоровъа съ здоровымъ сердцемъ выслушиваются 2 тона: 1-ый—болѣе глухой и протяжный, и 2-ой—болѣе высокій и короткій. Первый тонъ зависитъ главнымъ образомъ отъ сокращенія сердечной мышцы. Мы знаемъ, что сокращеніе всякой поперечнополосатой мышцы сопровождается звукомъ. 1-ый тонъ и есть тотъ звукъ, который возникаетъ при сокращеніи (систоля) желудочковъ; поэтому усиленное сокращеніе желудочковъ сопровождается усиленіемъ перваго тона; наоборотъ, при значительномъ ослабленіи сердечной мышцы 1-ый тонъ можетъ сдѣлаться совершенно неслышнымъ.

Что касается второго тона, то онъ вызывается напряженіемъ и захлопываніемъ полулунныхъ клапановъ аорты и легочной артерій. При отсутствіи полулунныхъ клапановъ 2-ой тонъ не выслушивается. Если у живого животнаго обнажить сердце и при помощи особыхъ крючковъ удерживать полулунные клапаны у стѣнокъ сосудовъ, то 2-го тона не будетъ слышно. При поврежденіяхъ клапановъ (при порокахъ сердца) тоны сердца замѣняются шумами. Такимъ образомъ, если изслѣдованіе сердечнаго толчка даетъ намъ свѣдѣнія о размѣрахъ и мѣстоположеніи сердца, то выслушивание сердечныхъ тоновъ даетъ намъ возможность судить о дѣятельности сердечной мыщцы и состояніи клапановъ. Кромѣ сердечнаго толчка и сердечныхъ тоновъ важныя и разнообразныя свѣдѣнія о дѣятельности сердца доставляетъ намъ изслѣдованіе пульса.

Подъ пульсомъ разумѣютъ сотрясеніе артеріальной стѣнки, ея поднятіе и опусканіе, которое ощущаетъ палецъ, ощупывающій какую-либо поверхностно расположенную артерію (напр., лучевую). Такому сотрясенію подвергаются стѣнки всѣхъ болѣе или менѣе крупныхъ артерій. Происхожденіе пульсовой волны надо представлять себѣ слѣдующимъ образомъ. Выброшенная въ начальную часть аорты сокращеніемъ лѣваго желудочка масса крови производитъ волну, бѣгущую быстро впередъ: такъ брошенный съ берега въ рѣку предметъ вызываетъ быстро расходящіяся и постепенно сглаживающіяся волны. Такъ какъ сосудистая стѣнка эластична, то и по ней пробѣгаетъ волна. Она бѣжитъ по аортѣ, по вѣтвямъ ея, становясь, чѣмъ дальше, тѣмъ слабѣе, пока въ мелкихъ артеріяхъ не исчезаетъ совершенно. Такимъ образомъ ни въ мельчайшихъ артеріяхъ, ни въ капиллярахъ пульса, при нормальныхъ условіяхъ, не наблюдается.

Не надо смѣшивать пульсовой волны съ движеніемъ самой крови. Пульсовая волна движется гораздо быстрѣе крови; изслѣдуя пульсъ, палецъ ощущаетъ не кровь, пришедшую изъ желудочка, а колебаніе, произведенное въ кровяномъ столбѣ вброшенной въ аорту кровью. Это колебаніе поднимаетъ артеріальную стѣнку и становится ощутимымъ.

Вы видите, что и пульсъ обязанъ своимъ происхожденіемъ сердечнымъ сокращеніямъ. Каждый ударъ пульса соотвѣтствуетъ сердечному сокращенію, слѣдовательно, по числу пульсовыхъ ударовъ можно судить о числѣ сердечныхъ сокращеній. У взросло-го мужнины частота пульса равняется 70—75 ударамъ въ минуту, у женщинъ пульсъ нѣсколько чаще (75—80), у зародыша 140—150, у дѣтей 100—120. У лихорадящихъ пульсъ учащенъ, и чѣмъ выше температура, тѣмъ чаще пульсъ, причемъ обычно на

каждый градусъ повышенія температуры приходится 15 лишнихъ ударовъ пульса. Кромѣ числа пульсовыхъ ударовъ при изслѣдованіи пульса отмѣчаютъ его качества: легко ли онъ сдавливается или съ трудомъ; мы различаемъ слабый и сильный пульсъ. Если пульсъ легко сдавливается, это указываетъ на незначительность кровяного давленія. Далѣе различаютъ правильный пульсъ, когда удары слѣдуютъ другъ за другомъ чрезъ одинаковые промежутки времени и отличаются одинаковой силой, и неправильный пульсъ, когда удары идутъ не съ одинаковой послѣдовательностью или отличаются неодинаковой силой.

Такимъ образомъ, изслѣдуя пульсъ, мы получаемъ представленіе о частотѣ сердечныхъ сокращеній, о силѣ сердечныхъ сокращеній и объ ихъ правильности. Пульсъ—это своего рода зеркало сердечной дѣятельности.

V.

Причина сердечныхъ сокращеній.—Сердце, какъ самодѣйствующій аппаратъ.—Особыя свойства сердечной мышцы.—Вліяніе блуждающаго нерва на дѣятельность сердца.—Ускоряющіе нервы.—Понятіе о сосудодвигательной нервной системѣ.—Сосудосуживающіе и сосудорасширяющіе нервы.—Главный сосудодвигательный центръ.—Значеніе сосудодвигательной нервной системы.

Намъ надо снова вернуться къ сердцу, такъ какъ многое въ его дѣятельности осталось еще невыясненнымъ. Необходимо прежде всего отвѣтить на вопросъ: гдѣ лежитъ причина сердечныхъ сокращеній? Мы говорили, что въ сердечныхъ сокращеніяхъ заключается движущая сила крови, но чѣмъ вызываются самыя сердечныя сокращенія—этого вопроса мы до сихъ поръ не затрагивали.

Какъ всякая мышца, такъ и мышца сердца сокращается въ отвѣтъ на раздраженія, которыя она получаетъ изъ нервныхъ клѣтокъ. Но гдѣ находятся эти нервныя клѣтки, посылающія раздраженія сердечной мышцѣ?

Если перерѣзать всѣ нервы, соединяющіе сердце съ головнымъ и спиннымъ мозгомъ, оно продолжаетъ сокращаться; далѣе, вырѣзанное изъ тѣла лягушки сердце продолжаетъ биться довольно долгое время, если не дать ему высохнуть *). Эти факты доказываютъ, что причину сердечныхъ сокращеній надо искать въ самомъ сердцѣ. Дѣйствительно, въ самомъ сердцѣ находится аппаратъ, вызывающій его сокращенія. Въ стѣнкахъ и перегородкѣ предсердій и въ

*) И у человѣка спустя часъ послѣ смерти наблюдали сокращенія сердца.

стѣнкахъ желудочковъ находятся группы нервныхъ клѣтокъ (нервные узлы), отъ которыхъ по нервнымъ волокнамъ идутъ возбужденія къ сердечнымъ мышцамъ, вызывая ихъ сокращенія. До тѣхъ поръ, пока кровь притекаетъ къ сердцу, отъ нервныхъ клѣтокъ, заложенныхъ въ немъ, идутъ возбужденія къ сердечнымъ мышцамъ, и сердце продолжаетъ биться.

Сердечная мышца отличается отъ другихъ мышцъ нѣкоторыми чрезвычайно интересными особенностями. Въ отличіе отъ прочихъ мышцъ, сила сокращенія мышцы сердца не зависитъ отъ силы раздраженія. Мышца сердца даетъ „все или ничего“, т. е. сердце или совсѣмъ не сокращается, если раздраженіе слишкомъ слабо, или же отвѣчаетъ самымъ энергичнымъ сокращеніемъ, если только раздраженіе способно возбудить его. Даже самое слабое возбужденіе можетъ вызвать самое сильное сокращеніе сердца. Отсюда вытекаетъ другое свойство, характерное для сердечной мышцы. Именно потому, что при сокращеніи сердечная мышца тратитъ всю имѣющуюся въ ней въ данный моментъ энергію, она вслѣдъ за сокращеніемъ становится нечувствительной къ раздраженіямъ, невозбудимой: ей требуется извѣстное время, чтобы накопить энергію для новаго сокращенія. Этимъ объясняется, почему непрерывныя раздраженія не могутъ обычно вызвать со стороны сердца состоянія непрерывнаго сокращенія, т. е. тетануса. Что способность прерывисто, или ритмически, сокращаться, несмотря на непрерывность раздраженій, обязана самой сердечной мышцѣ, а не заложеннымъ въ ней нервнымъ узламъ, доказываютъ слѣдующіе факты: отдѣленная отъ сердца верхушка, въ которой нѣтъ совершенно нервныхъ клѣтокъ, отвѣчаетъ на непрерывныя раздраженія электрическимъ токомъ ритмическими ударами; точно такъ же и сердце цыпленка ритмически бьется уже со 2-го дня насиживанія, т. е. когда въ немъ нѣтъ еще и слѣда нервнаго вещества. Итакъ, ритмичность сердцебиенія зависитъ отъ особыхъ свойствъ самой сердечной мышцы.

Сердечныя сокращенія происходятъ, слѣдовательно, не только помимо нашей воли, но и помимо участія центральной нервной системы. Сердце представляетъ собой самодѣйствующій аппаратъ. Но, съ другой стороны, характеръ сердечныхъ сокращеній постоянно измѣняется подъ вліяніемъ всевозможныхъ перемѣнъ, происходящихъ въ тѣлѣ. Душевные вліянія, физическая работа, принятіе пищи, сонъ—все отражается на дѣятельности сердца, вызывая то учащенное біеніе его, то замедленное и даже временную пріостановку (заміраніе). Какимъ образомъ всѣ эти перемѣны могутъ вліять на сердце, кто является посредниками

между различными частями нашего тѣла и сердцемъ, кто регулируетъ—то ускоряетъ, то замедляетъ—сердечныя сокращенія? Роль посредниковъ и регуляторовъ сердечной дѣятельности исполняютъ идущія къ сердцу изъ нервныхъ клѣтокъ продолговатаго и спинного мозга нервныя волокна, при помощи которыхъ сердцу передаются то возбуждающія, то угнетающія раздраженія. Важное значеніе въ регулированіи сердечныхъ сокращеній принадлежитъ **блуждающему нерву**. Оба блуждающихъ нерва, берущихъ начало въ сѣромъ веществѣ продолговатаго мозга, отдають по вѣточкѣ сердцу. Изъ группы нервныхъ клѣтокъ, заложенныхъ въ продолговатомъ мозгу, вдоль блуждающаго нерва и затѣмъ вдоль сердечной его вѣтки идутъ постоянно возбужденія, которыя, дойдя до сердечной мышцы, дѣйствуютъ на нее угнетающимъ образомъ; если подъ какимъ-либо вліяніемъ эти возбужденія усиливаются, то происходитъ замедленіе сердечныхъ сокращеній и даже совершенная пріостановка; наоборотъ если что-либо ослабляетъ эти возбужденія, сердце начинаетъ чаще биться. Въ нормальномъ состояніи блуждающій нервъ всегда сдерживаетъ сердце. Что дѣйствительно по блуждающимъ нервамъ идутъ всегда къ сердцу сдерживающіе импульсы, что они являются постояннымъ тормазомъ сердца, доказывается тѣмъ, что, если перерѣзать оба блуждающихъ нерва, то сердце, освободившись отъ ихъ задерживающаго дѣйствія, начинаетъ чаще биться.

Такъ какъ большія полушарія находятся въ связи съ центромъ блуждающаго нерва, то различныя душевныя волненія (напримѣръ, страхъ, тоска) могутъ вліять на центръ блуждающаго нерва и черезъ него также на сердечную дѣятельность.

Кромѣ задерживающихъ нервовъ, имѣются ускоряющія волокна. Раздраженія, передаваемые по этимъ волокнамъ сердцу, вызываютъ учащеніе сердцебиеній. Съ помощью этихъ волоконъ сердце оказывается связаннымъ со спиннымъ мозгомъ *).

Регулированіе сердечной дѣятельности происходитъ такимъ образомъ, что переменныя, происходящія въ нашемъ тѣлѣ (напримѣръ, потеря крови, боль, усиленная дѣятельность мышцъ и т. п.), вліяютъ рефлекторно то на задерживающій, то на ускоряющій центръ сердца, благодаря чему сердцебиенія то замедляются, то ускоряются.

Намъ остается рассмотреть еще одинъ важный вопросъ, и мы кончимъ съ изученіемъ механизма кровообращенія. Вопросъ этотъ заключается въ слѣдующемъ: какимъ образомъ достигается въ на-

*) Нервы, ускоряющіе биенія сердца, берутъ начало изъ спинного мозга, вступаютъ въ передніе корешки и отсюда направляются въ симпатическій нервъ.

шемъ тѣлѣ цѣлесообразное, экономное распредѣленіе крови? Въ распоряженіи нашего тѣла имѣется извѣстное, ограниченное количество крови; если бы вся кровь распредѣлялась поровну между всѣми тканями и органами, тогда работающему органу досталось бы столько же, сколько неработающему; результатъ такого распредѣленія былъ бы для организма самый невыгодный, такъ какъ бездѣйствующіе органы получали бы питательнаго матеріала больше, чѣмъ имъ нужно, а работающіе, требующіе обильнаго притока питательныхъ веществъ, терпѣли бы нужду. Далѣе, одинъ и тотъ же органъ или ткань требуютъ различныхъ количествъ крови, смотря по тому, работаютъ ли они, или остаются въ покоѣ: такъ, къ мышцѣ во время работы приливаетъ въ 5 разъ больше крови, чѣмъ во время покоя. Очевидно, необходимо, чтобы организмъ былъ снабженъ приспособленіями, которыя давали бы ему возможность усиливать и уменьшать притокъ крови къ различнымъ органамъ и тканямъ. Такого рода приспособленія, дѣйствительно, имѣются, и благодаря имъ организмъ можетъ во всякое время усилить токъ крови къ тѣмъ органамъ, которые работаютъ, отвлекая кровь отъ тѣхъ органовъ, которые бездѣйствуютъ: такъ, напримѣръ, когда мы занимаемся физическимъ трудомъ, къ работающимъ мышцамъ приливаетъ масса крови; когда мозгъ нашъ работаетъ—усиленный токъ крови направляется къ нему, когда происходитъ перевариваніе пищи—къ желудку и кишкамъ, и т. д. Приспособленія, которыя въ данномъ случаѣ дѣйствуютъ въ организмѣ, напоминаютъ собой тотъ способъ, при помощи котораго регулируется теплота въ нашихъ комнатахъ при центральномъ водяномъ отопленіи: закрывая и открывая краны, мы увеличиваемъ или уменьшаемъ притокъ горячей воды въ данное помѣщеніе и, слѣдовательно, притокъ теплоты. Кровеносная система представляетъ собой множество крупныхъ и мелкихъ каналовъ, по которымъ разносится горячая жидкость—кровь—во всѣ части тѣла. Представьте себѣ теперь, что при помощи зажимовъ (или крановъ) Вы замкнули или сузили просвѣтъ нѣсколькихъ сотенъ канальцевъ въ какомъ-либо участкѣ. Что произойдетъ? Наша горячая жидкость, встрѣтивъ въ этомъ мѣстѣ препятствіе, устремится въ другіе, свободные каналы. Вотъ такого рода явленіе и происходитъ постоянно въ нашемъ тѣлѣ. Мельчайшія артеріи, имѣя въ своихъ стѣнкахъ слой кольцевидныхъ мышцъ, обладаютъ способностью суживаться и расширяться. Когда эти мышцы сокращаются, просвѣтъ сосудовъ суживается, при расслабленіи мышцъ—просвѣтъ расширяется. Сокращеніе и расслабленіе артеріальныхъ мышцъ происходитъ подъ вліяніемъ раздраженій, которыя передаются имъ по особымъ нервамъ. Эти

нервы носятъ названіе **сосудодвигательныхъ нервовъ**. Сосудодвигательные нервы бываютъ двоякаго рода: одни несутъ раздраженія, которыя вызываютъ сокращеніе артеріальныхъ мышцъ, и, какъ результатъ этого сокращенія, суженіе сосудовъ — они называются **сосудосуживающими нервами**; другіе нервы несутъ угнетающія раздраженія, которыя вызываютъ расслабленіе мышцъ, вслѣдствіе чего наступаетъ расширеніе просвѣта сосуда, — эти нервы называются **сосудорасширяющими нервами**. Какъ сосудосуживающіе, такъ и сосудорасширяющіе нервы являются, подобно всѣмъ нервнымъ волокнамъ, только передатчиками раздраженій; сами они получаютъ возбужденія изъ нервныхъ клѣтокъ, которыя носятъ названіе **сосудодвигательныхъ центровъ**. Существуетъ одинъ главный **сосудодвигательный центръ**, расположенный въ продолговатомъ мозгу (на днѣ 4-го желудочка), и второстепенные **сосудодвигательные центры**, разсѣянные по всему протяженію спинного мозга. Главный центръ представляетъ собой группу нервныхъ клѣтокъ, отъ которыхъ **постоянно** идутъ возбужденія по всѣмъ сосудосуживающимъ волокнамъ; такимъ образомъ всѣ мелкія артеріи тѣла всегда находятся въ слегка суженномъ состояніи. Второстепенные центры заведуютъ просвѣтомъ сосудовъ только въ отдѣльных частяхъ тѣла.

Сосудодвигательные центры дѣйствуютъ рефлекторно, то есть возбужденія ихъ вызываются какими-либо чувствительными раздраженіями. Пояснимъ это на примѣрѣ. Холодъ вызываетъ сокращеніе всѣхъ мелкихъ артерій кожи, вслѣдствіе чего наступаетъ поблѣднѣніе кожи, такъ какъ кровь отливаетъ отъ кожныхъ сосудовъ къ внутреннимъ органамъ. Въ данномъ случаѣ раздраженіе, вызванное низкой температурой, распространилось по особымъ чувствительнымъ нервамъ, достигло продолговатаго мозга, передалось сосудосуживающему центру и вызвало возбужденіе его, результатомъ чего явилось суженіе всѣхъ мелкихъ артерій кожи. Другой примѣръ: подъ вліяніемъ стыда кожа лица краснѣетъ. Здѣсь душевное волненіе, т. е. особаго рода возбужденіе, возникшее въ головномъ мозгу, передалось сосудорасширяющему центру и вызвало расширеніе сосудовъ и приливъ крови къ кожѣ лица. Послѣдній примѣръ: пища, попадая въ желудокъ, раздражаетъ здѣсь окончанія чувствительныхъ нервовъ, это раздраженіе передается сосудорасширителямъ, и поверхность желудка краснѣетъ благодаря тому, что кровь хлынула въ расширившіеся сосуды.

Такъ постоянно происходитъ въ нашемъ тѣлѣ игра сосудо-

двигателей, результатомъ которой является суженіе и расширеніе сосудовъ, приливъ и отливъ крови. Вся эта работа совершается помимо нашей воли и сознанія, тѣмъ не менѣе она выполняется чрезвычайно правильно.

Сосудодвигательные нервы играютъ большую роль при всякомъ воспаленіи: въ воспаленной части тѣла сосуды расширяются, къ ней приливаетъ кровь, благодаря чему воспаленный органъ становится краснымъ и горячимъ на ощупь. Воспаленіе вызывается внѣдреніемъ въ данную часть тѣла особыхъ бактерій, часто очень опасныхъ для организма. Приливъ къ органу, подвергнувшемуся нападенію, обильнаго количества крови, съ замѣчательными защитительными свойствами которой Вы уже познакомились, должно, очевидно, явиться условіемъ, облегчающимъ борьбу организма съ его невидимыми врагами.

Для Васъ должно быть теперь ясно, какое огромное значеніе для организма имѣетъ сосудодвигательная нервная система; только при здоровыхъ, нормально работающихъ сосудодвигателяхъ возможно правильное распредѣленіе крови, возможна доставка ея органамъ въ такомъ количествѣ, въ какомъ каждый изъ нихъ нуждается. Понятно также, почему дѣти, у которыхъ сосудодвигательная нервная система не достаточно еще окрѣпла, или пьяницы, у которыхъ она ослаблена дѣйствіемъ алкогольнаго яда, такъ часто подвержены заболѣваніямъ; понятно также, почему врачи рекомендуютъ рядъ мѣръ (холодные обтиранія, ванны) для укрѣпленія сосудодвигателей. Закаливаніе организма и состоитъ въ упражненіи сосудодвигательной нервной системы въ ея замѣчательной игрѣ; только путемъ своевременнаго и разумнаго упражненія эта игра можетъ достигнуть совершенства.

Физиологія лимфы.

Клѣтки получаютъ питательный матеріалъ изъ крови. Кровяная жидкость (плазма), пропотѣвая чрезъ тончайшія стѣнки капилляровъ, попадаетъ въ щели между клѣтками; эта жидкость, омывающая клѣтки и снабжающая ихъ питательными веществами, носитъ названіе лимфы. Въ лимфу проникаютъ бѣлые кровяные шарики, но красныхъ шариковъ обычно нѣтъ въ ней. Составъ лимфы такой же, какъ составъ плазмы: лимфа состоитъ изъ воды, солей, растворенныхъ бѣлковъ, сахара и жира. Во время пищеваренія лимфа богата жиромъ, который поступаетъ въ нее изъ кишечника. Лимфа не только снабжаетъ клѣтки пи-

тательными веществами, но принимаетъ изъ нихъ продукты горѣнія. Изъ щелей лимфа поступаетъ въ каналцы, которые сливаются въ болѣе крупныя каналы—лимфатическіе сосуды. Изъ всѣхъ лимфатическихъ сосудовъ лимфа собирается въ два протока, которые впадаютъ въ правую и лѣвую яремныя вены. Такимъ образомъ, въ концѣ концовъ лимфа попадаетъ въ кровь. Можно, слѣдовательно, на всю лимфатическую систему смотрѣть, какъ на придатокъ къ



Рис. 28.
Лимфатическіе
сосуды пальца.

кровеносной. По ходу лимфатическихъ сосудовъ попадаютъ небольшія плотныя тѣла—лимфатическія железы, состоящія изъ петливой соединительной ткани. Лимфатическіе сосуды вступаютъ въ эти железы съ одной стороны, а выходятъ изъ нихъ съ другой. Въ лимфатическихъ железахъ, въ петляхъ соединительной ткани, происходитъ усиленное размноженіе бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ. Когда лимфа протекаетъ черезъ железу, вмѣстѣ съ токомъ уносятся лейкоциты; поэтому въ лимфѣ сосуда, выходящаго изъ железы, больше лейкоцитовъ, чѣмъ въ сосудахъ, вступающихъ въ железу. Такимъ образомъ лимфа, обогащаясь лейкоцитами, приноситъ въ кровь новыя поколѣнія бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ, взаменъ погибшихъ и распавшихся.

Количество пропотѣвающей черезъ стѣнки капилляровъ лимфы измѣнчиво; оно находится прежде всего въ зависимости отъ напора крови въ венозныхъ сосудахъ: чѣмъ съ большей силой кровь давитъ на стѣнки капилляровъ, тѣмъ больше пропотѣваетъ лимфы. Напоръ крови въ капиллярахъ особенно усиливается при затрудненномъ оттоку крови изъ капилляровъ въ вены, т. е. при расстройствахъ въ венозномъ кровообращеніи: тогда кровь, продолжая притекать въ капилляры по артеріямъ и не находя достаточнаго оттока, скопляется въ капиллярахъ, переполняетъ ихъ, усиленно давитъ на стѣнки и въ ненормально большомъ количествѣ просачивается въ данную часть тѣла (нижнія конечности, брюшную полость). Получается картина отека или водянки.

ФИЗИОЛОГІЯ ДЫХАНІЯ.

I.

Цѣль дыханія.—Строеніе легкихъ.—Измѣреніе размѣровъ грудной клѣтки при вдохѣ и выдохѣ.—Роль діафрагмы.

Токъ крови, какъ мы узнали, снабжаетъ всѣ клѣтки нашего тѣла кислородомъ, и тотъ же токъ крови освобождаетъ ихъ отъ накопившейся углекислоты. Какимъ образомъ дана крови возможность выполнить эту двойную роль? Откуда она постоянно черпаетъ новые запасы *O* и куда удаляетъ полученную отъ клѣтокъ углекислоту? И то и другое достигается благодаря дыханію. Цѣль дыханія заключается въ томъ, чтобы доставить крови изъ окружающаго воздуха *O* и выдѣлить изъ нея углекислоту. Все живое дышетъ, начиная съ высокоразвитыхъ многоклѣточныхъ организмовъ и кончая простѣйшими одноклѣточными. И послѣ того, что мы узнали, это вполнѣ понятно. Жизнь невозможна безъ разрушенія вещества, безъ горѣнія, а для горѣнія необходимъ *O*; послѣдній доставляется клѣткѣ путемъ дыханія. Дыханіе у всѣхъ живыхъ существъ преслѣдуетъ одну и ту же, указанную выше, цѣль, но средства, какими эта цѣль достигается, очень разнообразны, т. е. органы дыханія у различныхъ животныхъ устроены неодинаково. Мы рассмотримъ устройство и дѣятельность органовъ дыханія у человѣка.

Дыханіе у человѣка заключается во вхожденіи воздуха въ легкія и въ послѣдующемъ выходѣ его. При этомъ воздуху приходится пройти по слѣдующимъ воздухоноснымъ путямъ: полость носа (иногда рта), глотки, гортани, дыхательное горло (трахея) и бронхи; послѣдніе, проникая въ ткань легкихъ, развѣтвляются и на концевыхъ своихъ вѣточкахъ несутъ слѣпые мѣшечки, внутри подраздѣленные множествомъ перегородокъ на отдѣльныя полости, такъ называемые **альвеолярные пузырьки**. Изъ этихъ мѣшечковъ, представляющихъ собой окончанія бронхиальныхъ трубочекъ, и состоитъ ткань легкаго. Такимъ образомъ воздухъ, входя черезъ отверстіе носа или рта, достигаетъ мельчайшихъ альвеолярныхъ пузырьковъ. Каждый пузырекъ, микроскопической величины (легкія состоятъ изъ сотенъ милліоновъ такихъ пузырьковъ), построенъ

изъ тонкой упругой соединительной ткани, выстланной внутри однимъ слоемъ эпителиальныхъ клѣтокъ. Стѣнки пузырьковъ покрыты сѣтью капилляровъ, подобно мячику, покрытому сѣткой. Благодаря такому устройству, воздухъ, находящійся въ альвеолахъ, и кровь, текущая въ капиллярахъ, оказываются въ ближайшемъ сосѣдствѣ, будучи отдѣлены другъ отъ друга тончайшей перегородкой.

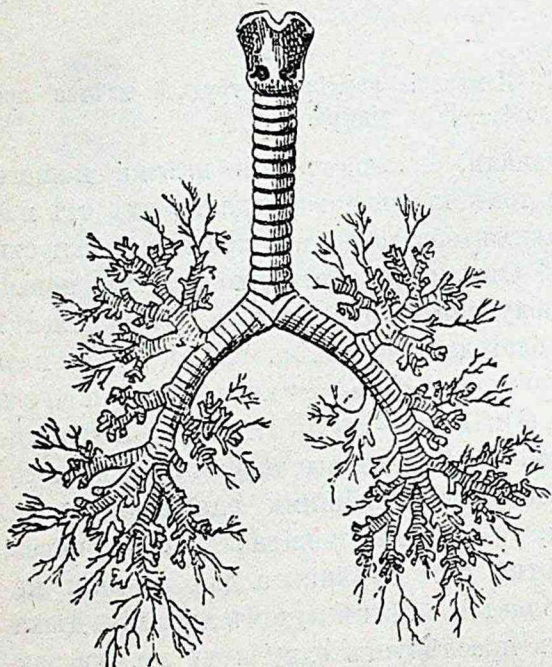


Рис. 29. Дыхательная трубка и бронхи.

Легкія у живого, здороваго человѣка выполняютъ герметически грудную клѣтку, т. е. между легкими и внутренней поверхностью грудной клѣтки нѣтъ пустого пространства. Благодаря такому тѣсному соприкосновенію легкихъ и грудной клѣтки, всѣ движенія послѣдней влекутъ за собой и движенія легкихъ.

Дѣйствительно, такъ какъ ткань легкихъ упруга, и пузырьки могутъ растягиваться и спадать, то за расширеніемъ или спаденіемъ грудной клѣтки неминуемо должно слѣдовать растяженіе или спаденіе легкихъ.

Предположите обратное: пусть легкое не слѣдуетъ, на примѣръ, за расширяющейся грудной клѣткой, тогда между ними должна образоваться пустота, но при такомъ условіи упругіе легочные пузырьки подъ вліяніемъ давленія воздуха, внутри ихъ находящагося, начнутъ немедленно расширяться. Точно такъ же разсуждая, мы придемъ къ заключенію, что и при спаденіи грудной клѣтки легкое должно послушно слѣдовать за ней. Но можно здѣсь же отмѣтить, что и спадаясь легкія всегда остаются нѣсколько раздутыми. Такимъ образомъ даже на трупѣ легкія не совсѣмъ спавшіяся: они содержатъ воздухъ и въ водѣ плаваютъ.

Итакъ, каждое расширеніе грудной клѣтки влечетъ за собой растяженіе легочныхъ пузырьковъ, и въ открывающееся свободное пространство входитъ воздухъ—происходитъ вдохъ; послѣдующее спаденіе грудной клѣтки вызываетъ сжатіе пузырьковъ, часть воздуха выходитъ наружу—происходитъ выдохъ. Изъ этихъ попе-

ремѣнныхъ актовъ и слагается дыханіе. Слѣдовательно, чтобы понять механизмъ вдоха и выдоха, надо знать, какимъ путемъ достигается расширение и спаденіе грудной клѣтки.

Грудная полость, какъ извѣстно, отдѣлена отъ брюшной діафрагмой. Последняя состоитъ изъ мышечныхъ пучковъ прикрѣпляющихся къ ребрамъ, концу грудины и тѣламъ поясничныхъ позвонковъ, и сухожильнаго центра, вдающагося въ видѣ купола въ грудную клѣтку во время покоя. При вдыхъ мышечные пучки сокращаются, куполъ, оттягиваясь книзу, уплощается, и грудная клѣтка такимъ образомъ увеличивается въ вертикальномъ размѣрѣ. вмѣстѣ съ сокращеніемъ діафрагмы и ея уплощеніемъ сокращаются привдохъ и мышцы, поднимающія ребра (наружные межреберныя, лѣстничныя). Въ самомъ дѣлѣ, можно на себѣ наблюдать, какъ при каждомъ вдыхъ ребра поднимаются вверхъ. Поднятіе переднихъ концовъ реберъ вверхъ сопровождается выпрямленіемъ реберъ, вслѣдствіе чего грудина отходитъ впередъ. Такимъ образомъ.

Механизмъ дыханія.

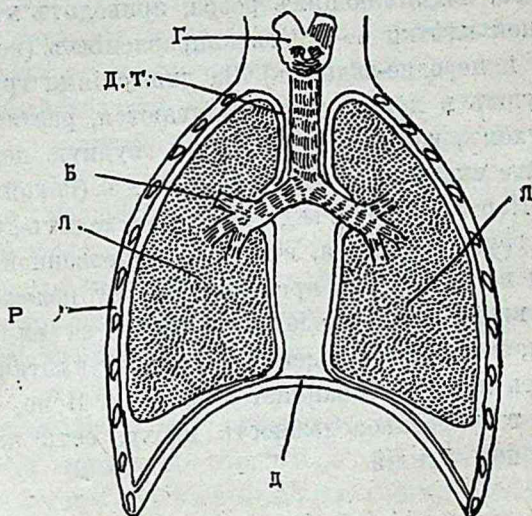


Рис. 30. Положеніе діафрагмы при выдохѣ.

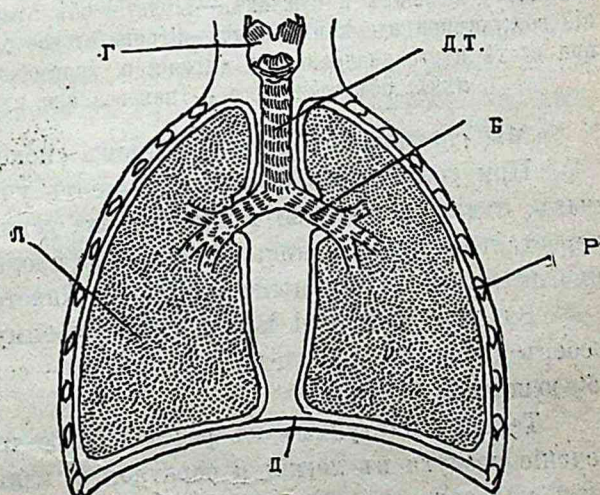


Рис. 31. Положеніе діафрагмы при вдыхѣ.

Р—Ребра; Л—легкія; Д—диафрагма; Г—гортань;
ДТ—дыхательная трубка; В—бронхи.

происходитъ увеличеніе передне-задняго размѣра грудной клѣтки. Кромѣ того, ребра, поднимаясь, одновременно выпираютъ въ стороны, такъ что грудная клѣтка увеличивается и въ поперечникѣ.

Итакъ, въ конечномъ результатѣ сокращеніе діафрагмы и мышцъ, поднимающихъ ребра, приводитъ къ увеличенію размѣровъ грудной клѣтки во всѣхъ направленіяхъ (вертикальномъ, поперечномъ и передне-заднемъ). За движеніями грудной клѣтки послушно слѣдуютъ и легкія: они раздуваются, растягиваются, наполняются воздухомъ, все время выполняя грудную полость. Въ этомъ, какъ мы уже сказали, и состоитъ вдохъ (покойный).

Нормальный выдохъ происходитъ безъ участія мышцъ. Сама грудная клѣтка, въ силу свойственной ей эластичности, стремится вернуться къ прежнему своему положенію, изъ котораго она была выведена при вдохѣ,—и опять за ея движеніемъ слѣдуютъ легкія; вмѣстѣ со спаденіемъ грудной клѣтки, спадаются и легкія, и часть воздуха выжимается наружу. Ясно, что (спокойный) выдохъ, въ противоположность вдоху, есть актъ пассивный, не требующій усилій.

II.

Дыханіе у женщинъ и мужчинъ.—Понятіе объ атмосферномъ давленіи.—Теченіе воздуха при вдохѣ и выдохѣ.—Отрицательное давленіе въ грудной клѣткѣ при вдохѣ и его значеніе для дыханія и кровообращенія.—Легочный газообмѣнъ; объясненіе его.—Тканевое или клѣточное дыханіе.

Мы разсмотрѣли пока механизмъ спокойнаго вдоха и выдоха.

При усиленномъ вдохѣ принимаютъ участіе, помимо упомянутыхъ, и другія мышцы; точно такъ же усиленный выдохъ (крикъ) перестаетъ быть пассивнымъ актомъ, а происходитъ при содѣйствіи многихъ мышцъ (главнымъ образомъ, живота).

Вдохъ у женщинъ производится преимущественно поднятіемъ реберъ (грудной типъ), у мужчинъ — сокращеніемъ діафрагмы (брюшной типъ).

Теперь приступимъ къ разсмотрѣнію того, какъ происходитъ теченіе воздуха въ легкія и обратно, и какимъ измѣненіямъ воздухъ подвергается въ легкихъ.

Окружающій насъ воздухъ, какъ извѣстно, равномерно давитъ на всѣ предметы. Давленіе это, измѣряемое барометромъ, называется атмосфернымъ давленіемъ. Оно не всегда одинаково, но въ среднемъ въ нашихъ мѣстахъ считается равной 760 миллиметрамъ ртутнаго столба. Припоминая способъ измѣренія кровяного давленія, мы знаемъ, какъ слѣдуетъ понимать такое обозначеніе силы давленія.

Движеніе воздуха, его теченіе, какъ всякаго газа, слѣдуетъ тому же основному закону, какъ и теченіе жидкости: воздухъ движется отъ мѣста, гдѣ онъ находится подъ большимъ давленіемъ, къ мѣсту, гдѣ онъ испытываетъ меньшее давленіе. Когда грудная клѣтка при вдохѣ расширяется, вслѣдъ за ней, какъ мы сказали, растягиваются легочные пузырьки; объемъ пузырьковъ увеличивается и воздухъ въ нихъ разрѣжается. Разрѣженный воздухъ въ расширенныхъ пузырькахъ находится теперь подъ меньшимъ давленіемъ, чѣмъ атмосферный воздухъ, и поэтому послѣдній устремляется въ легочные пузырьки. Такимъ образомъ легкія, расширяясь и увеличиваясь въ своемъ объемѣ, какъ бы присасываютъ къ себѣ окружающій воздухъ. Что при вдохѣ давленіе воздуха въ грудной клѣткѣ ниже атмосфернаго, и легкія въ это время проявляютъ присасывающее дѣйствіе, это можно доказать, соединивъ во время вдоха вскрытую трахею животнаго съ манометромъ: столбъ ртути въ правомъ колѣнѣ не только не опустится, но поднимется. Вотъ это присасывающее дѣйствіе и имѣютъ въ виду, когда говорятъ, что во время вдоха въ грудной клѣткѣ существуетъ отрицательное давленіе. Итакъ, во время вдоха давленіе воздуха въ альвеолахъ ниже атмосфернаго, и поэтому окружающій воздухъ устремляется въ легкія. Наоборотъ, во время выдоха, вслѣдствіе спаденія альвеолъ, давленіе воздуха въ нихъ становится выше окружающаго, и токъ идетъ обратно.

Отрицательное давленіе въ грудной клѣткѣ имѣетъ значеніе не только для дыханія. Во время вдоха легкія не только присасываютъ воздухъ извнѣ, но обнаруживаютъ присасывающее дѣйствіе на кровь, которая протекаетъ въ грудной полости, и такимъ образомъ способствуютъ опорожненію обѣихъ полыхъ венъ въ предсердія. Вы помните, какъ ничтожно здѣсь кровяное давленіе, и, слѣдовательно, поймете, какъ эта помощь со стороны грудной клѣтки кстатн.

Послѣ сказаннаго понятно, почему затрудненіе въ дыханіи должно повлечь и затрудненіе кровообращенія.

Когда мы желаемъ провѣтрить комнату, мы не выкачиваемъ всего находящагося въ ней воздуха, чтобы замѣнить его свѣжимъ, а открываемъ только форточку или вентиляторъ. Въ комнату входитъ тогда свѣжая струя, которая, въ силу извѣстнаго свойства газа, равномерно смѣшивается съ комнатнымъ воздухомъ. То же самое происходитъ и въ легкихъ. Освѣженіе легочнаго воздуха, или легочная вентиляція, заключается въ томъ, что только небольшая часть воздуха вытѣсняется и замѣняется свѣжимъ.

Даже при самомъ усиленномъ выдохѣ мы не въ состояніи выдохнуть всего воздуха изъ легкихъ, и нѣкоторое количество его остается (такъ называемый остаточный воздухъ). Нормально мы вдыхаемъ и выдыхаемъ только около 500 кубич. сантим. воздуха, въ то время какъ въ легкихъ содержится болѣе 3.000 куб. сантим. То количество воздуха, которое человѣкъ можетъ выдохнуть при наибольшемъ напряженіи послѣ самаго усиленнаго вдоха, носитъ названіе «жизненной емкости» легкаго: оно равняется 3.500 куб. сантим. Итакъ, при помощи дыханія мы освѣжаемъ воздухъ, находящійся въ легкихъ, мы вентилируемъ легкія. Посмотримъ, какъ при этой вентиляціи измѣняется воздухъ въ альвеолахъ. Представленіе объ этомъ дастъ намъ сравненіе состава вдыхаемаго воздуха съ составомъ выдыхаемаго воздуха. Вдыхаемый воздухъ это—окружающій насъ воздухъ. Составъ его слѣдующій: въ 100 частяхъ его содержатся: 79 частей азота, около 21 части O и слѣды углекислоты. Въ 100 частяхъ выдыхаемаго воздуха содержатся 79 частей азота, 16 частей O и 4 части углекислоты. Кромѣ того, выдыхаемый воздухъ отличается отъ вдыхаемаго еще тѣмъ, что онъ содержитъ въ видѣ паровъ значительное количество воды и сильно нагрѣтъ.

Ясно, что, побывавъ въ легкихъ, воздухъ вышелъ не такимъ, какимъ онъ вошелъ туда: онъ рѣзко измѣнился и притомъ измѣнился химически, такъ какъ измѣнился его составъ. Воздухъ вышелъ изъ легкихъ бѣдный кислородомъ и богатый углекислотой. На этой перемѣнѣ сосредоточимъ наше вниманіе. Гдѣ кроется причина этой перемѣны?

Виновицей этой перемѣны является кровь. Вы помните, въ какомъ тѣсномъ сосѣдствѣ находится альвеолярный воздухъ съ кровью легочныхъ капилляровъ. Эти два сосѣда вступаютъ другъ съ другомъ въ живой обмѣнъ: кровь отдаетъ воздуху накопившуюся въ ней углекислоту, а получаетъ отъ него кислородъ. Почему этотъ обмѣнъ газами имѣетъ такой именно характеръ? Вотъ вопросъ, на который мы должны дать отвѣтъ.

Прежде всего слѣдуетъ отмѣтить, что газы, какъ и твердыя вещества, могутъ быть растворены въ жидкости. Какъ соль, сахаръ и т. п. могутъ содержаться въ растворѣ, такъ и газы (H , O , N и др.) могутъ заключаться въ жидкомъ растворѣ (примѣръ—шипучіе напитки). Въ крови, какъ мы видѣли, растворены различныя плотныя вещества (соли, сахаръ, бѣлки), но въ ней растворены также и газы. Такимъ образомъ въ крови находится въ растворенномъ видѣ нѣкоторое количество углекислоты. Изъ другихъ газовъ, какъ Вамъ извѣстно, въ крови находится O , но большая часть его не

просто растворена, а химически связана, хотя и не прочно, съ гемоглобиномъ красныхъ кровяныхъ шариковъ. Всѣ газы, какъ растворенные въ какой-либо жидкости, такъ и непрочно связанные, легко переходятъ черезъ тонкую перепонку, если по другую сторону перепонки они находятся подъ меньшимъ давленіемъ, причемъ для этого перехода не имѣетъ совершенно значенія присутствіе здѣсь другихъ газовъ. Особенно энергично совершается переходъ газа черезъ перепонку въ пространство (или помѣщеніе), гдѣ его совсѣмъ нѣтъ, гдѣ онъ находится, такъ сказать, подъ нулевымъ давленіемъ: для даннаго газа такое пространство является пустымъ, хотя бы въ немъ были другіе газы, и эту пустоту данный газъ стремится заполнить. Такъ, при откупориваніи бутылки съ шумомъ вырывается растворенный въ шипучемъ напитокѣ углекислый газъ, устремляясь въ воздухъ, который для него является пустымъ, потому что въ немъ имѣется лишь ничтожное количество углекислоты.

Послѣ этихъ замѣчаній намъ станетъ понятнымъ характеръ газообмѣна между альвеолярнымъ воздухомъ и кровью легочныхъ капилляровъ.

Въ венозной крови гемоглобинъ красныхъ шариковъ не насыщенъ *O* и поэтому жадно стремится къ соединенію съ нимъ. Въ альвеолярномъ воздухѣ кислородъ находится подъ большимъ давленіемъ: благодаря этимъ условіямъ происходитъ энергичное соединеніе этихъ двухъ тѣлъ, т. е. *O* воздуха переходитъ въ кровь. Углекислота находится въ венозной крови въ значительномъ количествѣ: въ 100 куб. сантим. венозной крови содержится около 50 куб. сантим. углекислоты. Часть этой углекислоты находится въ растворѣ, большая же часть химически не прочно связана съ содой; въ общемъ углекислота въ венозной крови находится подъ большимъ давленіемъ, чѣмъ угольная кислота въ альвеолярномъ воздухѣ, и углекислый газъ переходитъ изъ крови въ воздухъ. Такимъ образомъ, газообмѣнъ между кровью легочныхъ капилляровъ и воздухомъ приводитъ къ обогащенію крови кислородомъ и къ освобожденію ея отъ углекислоты, т. е. къ переходу темной венозной крови въ ярко-алую артеріальную. Кровь освѣжилась благодаря дыханію и снова стала годной для пользованія клѣтками. По легочнымъ венамъ въ лѣвое предсердіе, затѣмъ лѣвый желудочекъ и аорту потечетъ кровь, богатая кислородомъ, свободная отъ углекислоты. Ближайшая цѣль дыханія, слѣдовательно, достигнута. Но это не конечная цѣль. Если дыханіе освѣжаетъ и очищаетъ нашу кровь, то это важно потому, что въ этой освѣженной крови нуждаются всѣ клѣтки нашего тѣла. Кислородъ, которымъ обогатилась наша кровь въ легочныхъ капиллярахъ, какъ мы уви-

димъ, не долго въ ней останется: онъ перейдетъ къ клѣткамъ, для которыхъ онъ жизненно важенъ. Слѣдовательно, въ концѣ концовъ, кровь является лишь посредницей между воздухомъ и клѣтками нашего тѣла. Иными словами, мы дышемъ для того, чтобы при посредствѣ крови освободить клѣтки отъ углекислоты и снабдить ихъ кислородомъ. Какимъ же образомъ совершается этотъ вторичный переходъ кислорода изъ крови въ клѣтки и углекислоты изъ клѣтокъ въ кровь? Освѣженная кровь, какъ было сказано, изъ легкихъ попадаетъ въ аорту, изъ аорты въ ея развѣтвленія и, наконецъ, во всѣ капилляры нашего тѣла. Здѣсь кровь только тончайшей перепонкой отдѣлена отъ клѣтокъ тѣла, и здѣсь снова происходитъ газообмѣнъ.

Этотъ газообмѣнъ между клѣтками и кровью носитъ названіе клѣточного или тканевого дыханія. Какой характеръ будетъ имѣть этотъ газообмѣнъ? Если мы припомнимъ, что въ клѣткахъ постоянно идетъ процессъ горѣнія, что въ нихъ постоянно накапливается углекислота, какъ продуктъ горѣнія и распада, что, слѣдовательно, углекислота находится въ нихъ подъ большимъ давленіемъ, между тѣмъ какъ въ артеріальной крови углекислота содержится подъ малымъ давленіемъ, то станетъ понятно, почему углекислота изъ клѣтокъ перейдетъ въ кровь. Совершенно обратно обстоитъ дѣло съ кислородомъ: въ клѣткахъ свободного кислорода совсѣмъ нѣтъ, такъ какъ, по мѣрѣ поступленія его въ клѣтки, онъ сейчасъ же идетъ на горѣніе, и *O*, не-прочно связанный съ гемоглобиномъ крови, переходитъ въ клѣтки, которыя являются для него какъ бы пустымъ пространствомъ.

Такъ происходитъ по однимъ и тѣмъ же законамъ, но съ противоположными результатами, двойной газообмѣнъ: 1) между кровью легочныхъ капилляровъ и альвеолярнымъ воздухомъ и 2) между кровью артеріальныхъ капилляровъ и клѣтками тѣла.

III.

Роль нервной системы въ актѣ дыханія.—Дыхательный центр.—Значеніе блуждающаго нерва.—Первый вдохъ новорожденнаго.—Гдѣ происходитъ горѣніе?

Итакъ, въ процессѣ дыханія можно различить 3 ступени: 1) вхожденіе воздуха въ легкія, 2) послѣдующій обмѣнъ газами между кровью легочныхъ капилляровъ и альвеолярнымъ воздухомъ (легочный газообмѣнъ) и 3) обмѣнъ газами между кровью капилляровъ и клѣтками тѣла (клѣточное или тканевое дыханіе). Мы выяснили, почему воздухъ входитъ въ легкія и выходитъ изъ нихъ, узнали характеръ и причины легочнаго

и клѣточного газообмѣна, но мы еще не коснулись весьма важнаго вопроса: чѣмъ вызываются самыя сокращенія дыхательныхъ мышцъ, чѣмъ обуславливается правильное чередованіе вдоха и выдоха. Вдохъ, какъ мы видѣли, наступаетъ благодаря одновременному сокращенію цѣлаго ряда мышцъ (діафрагмы, лѣстничныхъ, наружныхъ межреберныхъ и др.), выдохъ является результатомъ совмѣстнаго одновременнаго расслабленія этихъ мышцъ; правильное чередованіе вдоха и выдоха, правильный ритмъ дыханія возможенъ, слѣдовательно, только тогда, когда сокращеніе и расслабленіе слѣдуютъ другъ за другомъ чрезъ правильные промежутки времени (нормально у взрослого мужнины число дыханій въ 1 мин.=16—18). Кто же руководитъ всѣми этими сложными движеніями, кто заставляетъ мышцы стройно и согласно сокращаться и расслабляться? Руководительницей дыханія—этого важнѣйшаго жизненнаго акта—является нервная система.

При обычныхъ условіяхъ мы дышемъ безсознательно; правильное дыханіе продолжается и во снѣ, и во время наркоза, когда наши воля и сознаніе спятъ. Правда, мы можемъ по своей волѣ дышать глубже и поверхностнѣе, можемъ на весьма короткое время задерживать дыханіе, но, какъ всякій легко можетъ убѣдиться на себѣ, вліяніе нашей воли на дыханіе крайне ничтожно, и мы, слѣдовательно, вправѣ назвать наши дыхательныя движенія произвольными.

Дыхательныя мышцы, какъ всѣ мышцы, сокращаются въ отвѣтъ на раздраженіе, которое имъ передаютъ оканчивающіяся въ нихъ двигательныя нервныя волокна; эти волокна получаютъ раздраженіе изъ нервныхъ клѣтокъ переднихъ роговъ спиннаго мозга, изъ которыхъ они берутъ начало, а спинно-мозговыя клѣтки въ свою очередь получаютъ одновременныя возбужденія (импульсы) отъ группы нервныхъ клѣтокъ, находящихся въ продолговатомъ мозгу и носящихъ названіе дыхательнаго центра. Такимъ образомъ дыхательный центръ представляетъ собой группу клѣтокъ, расположенныхъ на днѣ 4-го мозгового желудочка и руководящихъ сокращеніемъ дыхательныхъ мышцъ. Понятно теперь, почему отдѣленіе (путемъ перерѣзки) спиннаго мозга отъ продолговатаго ведетъ къ прекращенію дыханія и, слѣдовательно, смерти животнаго, хотя при этомъ и остаются въ цѣлости и мышцы, и ихъ двигательныя нервы, и центры послѣднихъ въ спинномъ мозгу. Дыхательный центръ возбуждается къ дѣятельности омывающей его кровью, причемъ избытокъ O въ крови угнетаетъ его дѣятельность, а избытокъ углекислоты усиливаетъ ее.

Душевные волненія и воля вліяютъ на дыханіе, что указы-

васть на возможность воздѣйствія на дыхательный центръ со стороны головного мозга.

Кромѣ того, дыханіе возбуждается и рефлекторно, т. е. въ зависимости отъ раздраженія чувствительныхъ нервовъ; такъ, напримѣръ, похлопываніемъ по тѣлу или вытягиваніемъ языка вызываютъ дыханіе у новорожденныхъ; на рефлекторномъ дѣйствіи основывается и оживляющее вліяніе на дыханіе холодной струи воды.

Чѣмъ обусловливается правильное чередованіе вдоха и выдоха, какъ создается дыхательный ритмъ? Этотъ ритмъ создается благодаря дѣятельности блуждающаго нерва. Вы познакомились уже съ блуждающимъ нервомъ, какъ регуляторомъ сердечной дѣятельности; такую же роль онъ играетъ и въ актѣ дыханія. Послѣ перерѣзки обоихъ блуждающихъ нервовъ наступаютъ глубокія измѣненія въ дыханіи, а черезъ короткое время животныя погибаютъ. Дѣло въ томъ, что блуждающій нервъ посылаетъ въ ткань легкихъ вѣтви, которыя являются центростремительными, т. е. несущими раздраженіе отъ легкихъ къ продолговатому мозгу. Каждый разъ, когда легкія растягиваются при вдохѣ, раздражаются окончанія блуждающаго нерва, и это раздраженіе, переданное въ продолговатый мозгъ, подавляетъ дѣятельность дыхательнаго центра: происходитъ расслабленіе мышцъ, спаденіе грудной клѣтки (выдохъ). Но вслѣдъ за спаденіемъ легкихъ окончанія блуждающаго нерва перестаютъ раздражаться, дыхательный центръ не подвергается болѣе угнетающему дѣйствію и, раздражаемый газами крови, снова приходитъ въ дѣятельное состояніе, т. е. посылаетъ приказы (импульсы) къ мышцамъ, и наступаетъ вдохъ. Здѣсь опять раздражаются вѣточки блуждающаго нерва, опять угнетается дыхательный центръ, и наступаетъ выдохъ. Такъ поддерживается ритмъ дыханія, такъ постоянно за вдохомъ слѣдуетъ выдохъ.

Въ заключеніе отдѣла о дыханіи скажемъ нѣсколько словъ о томъ, какимъ образомъ появляется первый вдохъ у новорожденнаго. Во время внутриутробной жизни плодъ черезъ пупочные сосуды получаетъ кровь матери, богатую *O*, которая не возбуждаетъ дыхательнаго центра. Послѣ рожденія накапливающаяся углекислота раздражаетъ дыхательный центръ, происходитъ вдохъ, и этого перваго вдоха достаточно, какъ это понятно изъ предыдущаго, чтобы механизмъ дыханія пришелъ въ движеніе, чтобы началось непрерывное чередованіе вдоха и выдоха.

Лавуазье былъ первый, который разъяснилъ значеніе *O* для дыханія и жизни, но онъ думалъ, что горѣніе происходитъ въ легкихъ, что легкія являются главнымъ очагомъ, мѣстомъ, гдѣ

развивается животная теплота. Мы знаемъ теперь, что великій химикъ въ этомъ отношеніи заблуждался: легкія играютъ только роль кузнечныхъ мѣховъ, постоянно поддерживающихъ свѣжій притокъ *О*, очагами же, въ которыхъ теплится и горитъ пламя жизни, являются всѣ клѣтки нашего тѣла.

ФИЗИОЛОГІЯ ПИЩЕВАРЕНІЯ.

I.

Задача пищеваренія.—Составъ нашей пищи.

Въ клѣткахъ нашего тѣла, какъ мы неоднократно говорили, происходитъ постоянно процессъ горѣнія. Въ горѣніи клѣтка находитъ источникъ своихъ силъ: безъ горѣнія клѣтка не можетъ жить и выполнить возложенную на нее работу. Для горѣнія же необходимы горючій матеріалъ и кислородъ. И тотъ и другой поставляются клѣткамъ кровью. Мы прослѣдили, изъ какого источника кровь, по мѣрѣ отдачи клѣткамъ кислорода, черпаетъ новые запасы его. Теперь передъ нами задача—выяснить, какимъ образомъ кровь возобновляетъ свои запасы горючаго (питательнаго) матеріала.

Мы должны здѣсь сдѣлать одно дополнительное замѣчаніе. Не надо думать, что въ клѣткахъ происходитъ только сжиганіе приносимаго кровью матеріала, что клѣткамъ свойственна одна лишь разрушительная дѣятельность: нѣтъ, рядомъ съ разрушеніемъ идетъ въ нихъ созиданіе. Въ теченіе жизни изнашиваются и умираютъ многія поколѣнія клѣтокъ, и на смѣну имъ нарождаются новыя; въ періодъ роста организма клѣтки растутъ въ числѣ и величинѣ. Такимъ образомъ въ нашемъ организмѣ смерть и рожденіе, созиданіе и разрушеніе идутъ постоянно рука объ руку. Ростъ клѣтокъ, ихъ размноженіе, возмѣщеніе потерь возможны только благодаря тому, что клѣтки обладаютъ даромъ строительства, что онѣ умѣютъ усваивать приносимый кровью матеріалъ, т. е. строить изъ этого матеріала себя, свое тѣло. Итакъ, поставленная выше задача представляется теперь въ слѣдующемъ видѣ: намъ предстоитъ выяснить, какимъ образомъ кровь возобновляетъ запасъ того горючаго и строительнаго матеріала, который она доставляетъ клѣткамъ и который послѣднія тратятъ въ процессъ работы, въ процессъ жизни.

Пища, принимаемая нами внутрь, возмѣщаетъ потери крови: пища превращается въ кровь и такимъ образомъ постоянно возобновляетъ ее. Но прежде, чѣмъ попасть въ кровь, она должна подвергнуться въ пищева-

рительномъ каналѣ ряду измѣненій, такъ какъ безъ этихъ измѣненій многія пищевыя вещества не могутъ перейти изъ пищеварительнаго канала въ кровь и стать составной частью крови. Въ этомъ и заключается задача пищеваренія—придать пищу такую форму, въ которой она могла бы просочиться въ кровеносную систему. Измѣненія, которымъ подвергается пища до перехода въ кровь, напоминаютъ собою тѣ измѣненія, которымъ она еще раньше подвергалась на кухнѣ. Эти измѣненія двоякаго рода: механическія (растираніе, размельченіе, вымачиваніе—на кухнѣ; разжевываніе и смачиваніе—въ полости рта) и химическія (жареніе и печеніе—въ кухонной печи; дѣйствіе соковъ—въ желудкѣ и кишкахъ). Прежде чѣмъ приступить къ изученію пищеваренія, скажемъ нѣсколько словъ о самой пищѣ. Чѣмъ мы питаемся?

Человѣкъ—существо всеядное, такъ какъ онъ беретъ для себя пищу изъ міра растительнаго и животнаго. Трудно представить себѣ все разнообразіе, которымъ отличается пища людей различныхъ расъ, различныхъ племенъ и въ различные времена. Можно сказать, что каждому народу и каждой эпохѣ свойственны свой столъ, своя кухня. И все же, несмотря на это крайнее разнообразіе человѣческой пищи, мы можемъ свести ее къ нѣсколькимъ группамъ химическихъ веществъ.

Если оставить въ сторонѣ воду и соль—единственныя неорганическія тѣла, составляющія необходимую принадлежность нашего стола, то легко убѣдиться, что всѣ остальные пищевыя вещества представляютъ собой сложныя органическія соединенія. Каждое пищевое вещество очень сложно по составу и часто состоитъ изъ соединенія многихъ тѣлъ. Среди органическихъ тѣлъ, входящихъ въ составъ нашихъ пищевыхъ веществъ, мы различаемъ такія, которыя содержатъ азотъ—азотистыя органическія соединенія, и такія, которыя не содержатъ азота (безазотистыя соединенія); къ первымъ принадлежатъ бѣлки, ко вторымъ—углеводы (крахмалъ и сахаръ) и жиры.

Итакъ, составъ нашей пищи можетъ быть представленъ слѣдующимъ образомъ:

I. Неорганическія соединенія: вода, соли.

II. Органическія соединенія:

1. Азотистыя: бѣлки (куриный бѣлокъ, мясной бѣлокъ, миозинъ и др.).

2. Безазотистыя:

а) углеводы (крахмалъ, сахаръ) и

б) жиры (животные и растительные жиры).

Для того, чтобы наглядно показать Вамъ, что наша пища дѣйствительно состоитъ изъ указанныхъ соединений, я приведу процентный составъ (въ круглыхъ цифрахъ) наиболѣе употребительныхъ пищевыхъ веществъ:

	Вода.	Бѣлки.	Углеводы.	Жиры.	Соли.
Мясо (быка).	76	22	—	1	1
Куриное яйцо	74	14	—	11	1
Молоко (коровье)	87	3	4	5	1
Масло	12	1	—	82	5
Картофель	75	2	22	—	—
Пшеница	14	12	72	1	1
Горохъ	14	23	57	2	2
Яблоки	84	—	13	—	—

II.

Дѣйствіе пищеварительныхъ соковъ.—Роль железистой ткани.—Понятіе о ферментахъ.—Живые и мертвые ферменты.

Мы знаемъ теперь составъ нашей пищи: это—вода, соли, бѣлки, углеводы и жиры. Изъ сочетанія этихъ тѣлъ образуются наши пищевыя вещества. Изъ этихъ соединений бѣлки, крахмалъ и жиры не растворимы въ водѣ и въ неизмѣненномъ видѣ не могутъ пройти черезъ кишечную стѣнку въ кровь, въ то время какъ соли и сахаръ легко растворяются въ водѣ и могутъ въ растворенномъ видѣ пройти въ кровь, не подвергшись особымъ измѣненіямъ. Задача пищеваренія сводится къ тому, чтобы бѣлки, крахмалъ и жиры перевести въ такое состояніе, въ которомъ они могли бы раствориться въ водѣ и поступить въ кровь, чтобы стать ея составной частью. Эта цѣль достигается главнымъ образомъ дѣйствіемъ пищеварительныхъ соковъ, которые изливаются въ полость пищеварительнаго канала и соотвѣтственнымъ образомъ измѣняютъ пищевыя вещества. Пищеварительные соки вырабатываются железами, заложенными въ стѣнкахъ пищеварительнаго канала, а также вспомогательными железистыми органами — печенью и поджелудочной железой, изливающими свои соки въ полость кишечника.

Железы построены изъ железистой ткани, составленной изъ эпителиальныхъ клѣтокъ. Мы говорили уже, что каждая ткань нашего организма построена изъ клѣтокъ, выполняющихъ свою особую работу, отличающихся своимъ особымъ физиологическимъ свойствомъ. Это особое, присущее только данной клѣткѣ, физиологиче-

ское свойство, ея специальность, проявляется въ зависимости отъ того, какъ она отвѣчаетъ (реагируетъ) на раздраженіе: для мускульной клѣтки характеренъ, напр., одинъ отвѣтъ (сокращеніе), для нервной — другой. Для железистой клѣтки характерно то, что она въ отвѣтъ на раздраженіе приходитъ также въ состояніе дѣятельности, которая у нея заключается въ вырабатываніи или отдѣленіи какого-нибудь сока. При этомъ матеріаломъ для вырабатыванія сока служатъ вещества, доставляемые ей кровью, а раздраженіе клѣтки сообщаетъ и ея дѣятельностью руководить нервная система. Железы имѣютъ различную форму: трубчатую, мѣшеччатую, гроздевидную. Но въ каждой железнѣ мы различаемъ: 1) отдѣлительную часть, клѣтки которой вырабатываютъ и отдѣляютъ сокъ, и 2) выводной протокъ, т. е. трубку, по которой сокъ направляется на поверхность.

На поверхности слизистой оболочки пищеварительнаго канала, по всему его протяженію, открываются во многихъ мѣстахъ мельчайшія отверстія выводныхъ протоковъ различныхъ железъ, и черезъ эти отверстія поступаютъ въ полость рта, желудка, кишечника капли сока, вырабатываемаго въ глубинѣ железистыми клѣтками. Какимъ образомъ, однако, соки могутъ химически измѣнять пищу, находящуюся въ какомъ-либо отдѣлѣ пищеварительнаго канала? Это возможно благодаря тому, что въ этихъ сокахъ растворены особыя бѣлковые вещества, обладающія удивительной способностью: сами находясь въ ничтожнѣйшемъ количествѣ, они химически измѣняютъ большія массы пищи. Эти вещества, которымъ соки обязаны своимъ пищеварительнымъ дѣйствіемъ, носятъ названіе **ферментовъ**. Такую же способность обнаруживаютъ и нѣкоторыя живыя клѣтки (бактеріи): достаточно, напримѣръ, къ большому количеству тѣста прибавить дрожжей, которыя, какъ извѣстно, состоятъ изъ живыхъ клѣтокъ (грибковъ), для того, чтобы началось броженіе, т. е. химическое измѣненіе крахмала, образованіе сначала сахара, затѣмъ спирта и углекислоты, которые, улетучиваясь, разрыхляютъ (подымаютъ) хлѣбъ. Такимъ образомъ, дрожжи и ферменты отличаются однимъ свойствомъ: вызывать сложныя химическія измѣненія большихъ количествъ вещества, но сами почти не тратятся. Отличіе заключается въ томъ, что дрожжи — живые организмы, способные размножаться, т. е. живые ферменты, а ферменты, находящіеся въ сокахъ, только вырабатываются живыми клѣтками нашихъ железъ, сами же они — не живыя тѣла.

Одноклѣточные организмы — бактеріи, обладающіе ферментативными свойствами, играютъ огромную роль въ жизни природы, такъ какъ разнообразнѣйшіе химическіе процессы броженія и гніе-

нія, какъ доказаль полѣвка назадъ великій Пастеръ, обусловливаются ихъ присутствіемъ и жизнедѣятельностью. Они находятъ широкое примѣненіе и въ промышленности, гдѣ человѣкъ пользуется ими (грибками) для производства различныхъ продуктовъ: спиртныхъ напитковъ (вина, водки, пива), уксусной кислоты и др. Надо замѣтить, что изслѣдованія послѣдняго времени все болѣе стирають границу между живыми и мертвыми ферментами: постепенно накаплиются факты, говорящіе въ пользу того, что и живые ферменты (бактеріи) обязаны своей способностью вызывать броженіе и другія химическія измѣненія особымъ веществамъ, которыя они вырабатываютъ.

Нѣкоторыя неорганическія тѣла мертвой природы проявляютъ ту же удивительную способность, какую обнаруживаютъ ферменты, вырабатываемые живымъ организмомъ. Такъ, напримѣръ, порошокъ губчатой платины однимъ своимъ присутствіемъ можетъ вызвать энергичные химическіе процессы (соединеніе виннаго спирта съ кислородомъ, т. е. окисленіе спирта въ уксусную кислоту), при чемъ платина, подобно ферментамъ, не тратится при тѣхъ процессахъ, которые она вызываетъ, она является какъ бы только передатчикомъ, посредникомъ (между виннымъ спиртомъ и кислородомъ). Явленію этому дано въ химіи названіе **катализа**.

Всѣ эти факты, вмѣстѣ взятые, лишній разъ доказываютъ, что какъ ни удивительны и загадочны нѣкоторыя явленія, совершающіяся внутри нашего тѣла, они не загадочнѣе тѣхъ, которыя происходятъ въ окружающей насъ природѣ.

III.

Измѣненія пищи въ полости рта.—Составъ и дѣйствіе слюны.—Механизмъ слюноотдѣленія.—Объ отдѣлительныхъ первахъ.

Предметомъ нашихъ ближайшихъ бесѣдъ будетъ судьба пищи во время ея пребыванія въ пищеварительномъ каналѣ. Анатомія подробно описываетъ устройство пищеварительныхъ органовъ, а же могу ограничиться общими замѣчаніями. Пищеварительный каналъ представляетъ собой сквозную трубку, образующую на своемъ протяженіи расширенія: начальное отверстіе (полость рта), желудокъ и толстыя кишки. Переработка и измѣненія пищи начинаются уже съ момента вступленія ея въ полость рта. Зубы и языкъ участвуютъ въ механическомъ измѣненіи пищи, въ превращеніи ея въ мягкій комокъ. Растираніе, разжевываніе пищи зубами производится посредствомъ движеній нижней челюсти вверхъ и внизъ,

вправо и влѣво. Эти движенія исполняются благодаря сокращенію жевательныхъ мышцъ.

Растертая и пережеванная зубами пища многообразными движеніями мышцъ языка превращается въ комокъ, который обильно смачивается и пропитывается слюной. Слюна—первый пищеварительный сокъ, съ которымъ пищѣ приходится имѣть дѣло.—Она представляетъ собой жидкость, которая вырабатывается (отдѣляется) 3-мя парными слюнными железами: подчелюстной, подъязычной и околоушной. По своему строенію эти железы относятся къ гроздевиднымъ. Къ отдѣляемому перечисленныхъ железъ примѣшивается еще слюзь, вырабатываемая маленькими железами полости рта.

Смѣшанная слюна—мутная, тягучая жидкость; по своему химическому составу она представляетъ собой почти чистую воду, такъ какъ въ 100 частяхъ ея содержится $99\frac{1}{2}$ частей воды, и только $\frac{1}{2}$ части приходится на долю растворенныхъ твердыхъ веществъ. И тѣмъ не менѣе на долю этой ничтожной по количеству составной части выпадаетъ химическое дѣйствіе слюны на пищу. Среди твердыхъ веществъ слѣдуетъ отмѣтить **муцинъ**, благодаря которому слюна имѣетъ слизистый характеръ и тянется въ нити, и **птіалинъ**. На послѣднемъ остановимся подробнѣе. Птіалинъ—бѣловое тѣло; въ слюнѣ онъ содержится въ ничтожнѣйшемъ количествѣ (1:1000) и тѣмъ не менѣе производитъ на пищу химическое дѣйствіе, а именно переводитъ крахмалъ въ сахаръ ¹⁾. Слѣдовательно, птіалинъ обладаетъ способностью фермента, онъ и есть ферментъ слюны. Но пища во рту остается самое короткое время, поэтому только незначительная часть крахмала обычно успѣваетъ превратиться въ сахаръ. Главное значеніе слюны заключается не въ ея химическомъ дѣйствіи, а въ томъ, что она, обволакивая пищу и смачивая ее, дѣлаетъ пищевой комокъ скользкимъ и тѣмъ облегчаетъ его проглатываніе. Слюна всегда отдѣляется, но во время принятія пищи отдѣленіе ея значительно усиливается. Происходитъ это такимъ образомъ: пища раздражаетъ окончанія вкусовыхъ нервовъ (главнымъ образомъ языка), раздраженіе это передается въ продолговатый мозгъ и возбуждаетъ дѣятельность слюноотдѣлительнаго центра, отъ котораго посылаются импульсы по центробѣжнымъ нервамъ къ железистымъ клѣткамъ, и послѣднія начинаютъ энергично отдѣлять слюну. Мы имѣемъ, слѣдовательно, въ данномъ случаѣ типичный рефлекторный процессъ. Часто одинъ запахъ пищи, мысль о ней вызываютъ усиленное слюноотдѣленіе («слюнки текутъ»), что указываетъ на вліяніе полушарій головного мозга на слюноотдѣлительный центръ.

¹⁾ Вотъ почему полежавшій во рту хлѣбный мякишъ пріобрѣтаетъ сладковатый вкусъ.

Вмѣстѣ съ усиленіемъ дѣятельности железнстыхъ клѣтокъ наблюдается расширеніе питающихъ ихъ кровеносныхъ сосудовъ, и такимъ образомъ создаются благоприятныя условія для питанія клѣтокъ и для просачиванія черезъ стѣнки сосудовъ необходимаго для выработки слюны матеріала. Этотъ матеріалъ подвергается въ клѣткахъ железн химической переработкѣ; только такимъ путемъ и можно объяснить появленіе въ слюнѣ муцина и птіалина, которые въ крови въ готовомъ видѣ не содержатся.

Прежде чѣмъ оставить полость рта, этотъ начальный этапъ длинныхъ странствованій пищевого комка, я бы хотѣлъ обратить Ваше вниманіе на одно обстоятельство. До сихъ поръ подъ центробѣжными первыми волокнами мы подразумѣвали только двигательныя волокна, т. е. такія, которыя передаютъ раздраженіе отъ центра къ мышцамъ, въ которыхъ они оканчиваются. Изученіе слюноотдѣленія открываетъ намъ, что помимо двигательныхъ существуютъ центробѣжныя отдѣлительныя волокна, т. е. такія, которыя также передаютъ раздраженіе отъ центра къ периферіи, но здѣсь, на периферіи, оканчиваются не въ мускульныхъ клѣткахъ, а въ железнстыхъ, и когда они сообщаютъ этимъ железнстымъ клѣткамъ раздраженіе, послѣднія въ отвѣтъ начинаютъ усиленно работать.

Такъ какъ усиленное слюноотдѣленіе сопровождается приливомъ крови къ железн и, слѣдовательно, обильнымъ подвозомъ матеріала, то можно было бы думать, что въ этомъ приливѣ крови и заключается единственная причина слюноотдѣленія. Но на самомъ дѣлѣ это не такъ: слюноотдѣленіе не находится въ такой исключительной зависимости отъ кровенаполненія (вслѣдствіе расширенія) сосудовъ. Въ дѣйствительности, наряду съ сосудоуширяющими нервами, въ слюноотдѣленіи принимаютъ участіе и спеціальныя центробѣжныя отдѣлительныя нервы, которые передаютъ раздраженіе железнстымъ клѣткамъ, заставляя послѣднія усиленно работать, независимо отъ того, расширены кровеносныя сосуды, или нѣтъ. Справедливость этого положенія убѣдительно доказываетъ слѣдующій фактъ: если перевязать всѣ кровеносныя сосуды подчелюстной железы и затѣмъ, перерѣзавъ лицевой нервъ, раздражать его периферическій конецъ, то наблюдается значительное отдѣленіе слюны. Происходитъ это отъ того, что въ составъ лицевого нерва входятъ центробѣжныя, отдѣлительныя нервныя волокна, идущія къ подчелюстной железн и оканчивающіяся въ ея клѣткахъ ¹⁾. По этимъ то волокнамъ раздраженія, сообщаемыя лицевому

1) Вѣтка лицевого нерва, развѣтвляющаяся въ подчелюстной железн, получила названіе барабанной струны.

нерву, передаются железнстымъ клѣткамъ, вызывая ихъ усиленную дѣятельность. Что касается добыванія при данныхъ условіяхъ (т. е. при полной пріостановкѣ кровообращенія) нужнаго для выработки слюны матеріала, то железнстыя клѣтки энергично извлекаютъ его изъ жидкости, еще раньше просочившейся изъ капилляровъ въ ткань железы.

IV.

Глотаніе, какъ сложный рефлекторный актъ.—Движенія желудка.—Рвота.—Составъ и дѣйствіе желудочнаго сока.—„Аппетитный сокъ“, его свойства и значеніе.—Роль желудка въ пищевареніи.

Изъ полости рта пищевой комокъ движеніями главнымъ образомъ языка проталкивается въ глотку. Здѣсь, вслѣдствіе перекреста путей, предстоить сложная задача: воспрепятствовать обратному поступленію пищи въ ротъ и закрыть отверстія, ведущія въ дыхательные пути, т. е. полость носа и гортани. Разрѣшается эта задача слѣдующимъ образомъ: переднія дужки сближаются на подобіе театральныхъ кулисъ, прижимаются другъ къ другу и къ приподнятой спинкѣ языка, и такимъ образомъ возвращеніе пищи становится невозможнымъ; заднія дужки затѣмъ сближаются, мягкое небо приподымается, натягивается и прижимается къ валикообразно выпячивающейся задней стѣнкѣ глотки—этимъ путемъ пищѣ преграждается доступъ въ носо-глоточное пространство; наконецъ, закрытіе гортани достигается тѣмъ, что гортань приподнимается вверхъ подъ корень языка, при этомъ надгортанникъ отдавливается языкомъ кзади и такимъ образомъ закрываетъ входъ въ гортань. Всѣми этими движеніями обезпечивается правильное продвиганіе пищевого комка.

Глотаніе, какъ мы видимъ, для своего правильного выполненія требуетъ согласной работы значительнаго числа мышцъ. Съ того момента, когда пища переходитъ за заднія дужки, ее нельзя вернуть обратно, и дальнѣйшее передвиженіе ея становится произвольнымъ. Глотаніе съ этого пункта становится рефлекторнымъ актомъ, и нельзя не признать его однимъ изъ удивительнѣйшихъ рефлексовъ не только по чрезвычайной важности его для организма, но и по сложности и совершенству выполненія. Центроблестрительными путями для этого рефлекса служатъ чувствительные нервы языка, мягкаго неба и глотки; окончанія этихъ нервовъ раздражаются поступившей пищей ¹⁾, раздраженіе по чув-

1) Всякій глотокъ вызывается чувствительнымъ раздраженіемъ; пустого глотка нельзя сдѣлать. Если глотаніе и происходитъ часто внѣ пріема пищи, то это потому, что въ глотку попадаетъ слюна.

ствительнымъ нервамъ передается глотательному центру, залoжен-ному въ продолговатомъ мозгу, на днѣ 4-го желудочка, отсюда по многочисленнымъ нервнымъ путямъ посылаются возбужденія къ мышцамъ языка, глотки и неба, вызывая ихъ стройное одновременное сокращеніе.

Сокращеніями глоточныхъ мышцъ пища проталкивается далѣе въ пищеводъ.

Пишeвoдъ представляет собой продолженіе глотки. Такъ же, какъ и глотка, онъ состоитъ изъ 3-хъ слоевъ: слизистаго, под-слизистаго и мышечнаго; такъ же, какъ въ глоткѣ и полости рта, слизистую оболочку образуетъ многослойный эпителий, но по отношенію къ мускулатурѣ слѣдуетъ отмѣтить, что она только въ

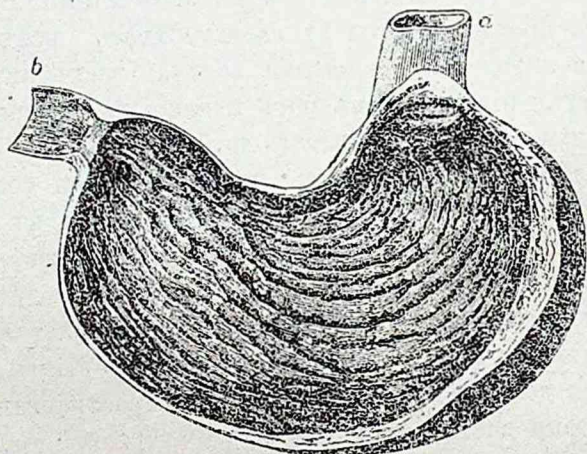


Рис. 32. Внутренность желудка.
а—входъ въ желудокъ;
б—выходъ.

верхнемъ отрѣзкѣ поперечно-полосатая, ниже она замѣняется гладкой мускулатурой, каковая остается уже на всемъ дальнѣйшемъ протяженіи пищеварительнаго канала. Вдоль пищевода пища продвигается благодаря волнообразнымъ, идущимъ сверху внизъ сокращеніямъ (перистальтическимъ) его мускулатуры, жидкость же передвигается вдоль пищевода, какъ вдоль простой трубки, толкаемая единственно сокращеніями глотки.

Изъ пищевода пища попадаетъ въ желудокъ.

Желудокъ представляет собой значительное расширеніе пищеварительной трубки. Строеніе этого органа должно быть извѣстно изъ анатоміи. Я напoмню Вамъ только нѣкоторые его особенности; слизистая оболочка, которая ложится въ складки, здѣсь образуется только однимъ слоемъ эпителия; къ извѣстнымъ намъ 3-мъ слоямъ прибавляется 4-й—покрывающая его брюшинная, или

серозная, оболочка, и, наконецъ, на мѣстѣ перехода желудка въ 12-перстную кишку мышцы желудка образуютъ кольцеобразное утолщеніе, которое, сокращаясь и расслабляясь, закрываетъ и открываетъ выходъ изъ желудка ¹⁾. Вся слизистая оболочка желудка устѣяна отверстіями трубчатыхъ железъ, заложенныхъ въ ея толщѣ. Изъ этихъ отверстій во время пищеваренія выдѣляются мельчайшія капельки желудочнаго сока. Такимъ образомъ желудочный сокъ, продуктъ дѣятельности желудочныхъ железъ, выдѣляется на всей поверхности желудка и пропитываетъ пищу, которая приводится въ тѣсное соприкосновеніе съ нимъ. Благодаря движеніямъ желудочныхъ стѣнокъ. Движенія эти двоякаго рода: круговыя и перистальтическія. Благодаря круговымъ движеніямъ пища пропитывается желудочнымъ сокомъ; благодаря перистальтикѣ — обработанныя порціи пищи постепенно удаляются изъ желудка. Такимъ образомъ желудокъ представляетъ собой вдвойнѣ удобный для организма резервуаръ, такъ какъ въ немъ мы можемъ откладывать сразу значительныя количества пищи, и вмѣстѣ съ тѣмъ эта пища поступаетъ въ слѣдующіе отдѣлы пищеварительнаго канала не всей массой, которая бы ихъ обременяла, а небольшими порціями, по мѣрѣ обработки.

Описанными мышечными движеніями исчерпывается работа стѣнокъ желудка. Сокращенія мышечныхъ стѣнокъ желудка при рвотѣ не имѣютъ для этого акта особаго значенія, такъ какъ при рвотѣ пища выбрасывается изъ желудка главнымъ образомъ подъ давленіемъ діафрагмы и мышцъ брюшныхъ стѣнокъ. Актъ рвоты рефлекторный, завѣдуетъ имъ особый центръ (рвотный), заложенный въ продолговатомъ мозгу.

Что касается измѣненій, которымъ пища подвергается въ желудкѣ, то они не столь значительны, какъ Вы, быть можетъ, ожидаете. Раньше думали, что въ желудкѣ, какъ въ полости рта, пища измѣняется исключительно механически, т. е. растирается и перемалывается. Основаніемъ для такого предположенія служило то, что желудокъ нѣкоторыхъ птицъ обладаетъ сильными мышечными стѣнками, позволяющими размельчать попавшія въ него даже очень твердыя вещества. Но у человѣка механическая роль желудка ничтожна, и всѣ измѣненія, которымъ подвергается пища въ желудкѣ, носятъ главнымъ образомъ химическій характеръ. Эти химическія измѣненія производитъ желудочный сокъ.

Желудочный сокъ можетъ быть полученъ искусственный — путемъ обработки слизистой оболочки животнаго (напр., свиньи),

¹⁾ Такое же мышечное утолщеніе (сфинктеръ) имѣется и на мѣстѣ перехода пищевода въ желудокъ.

и естественный—изъ желудка живого животного путемъ наложения желудочнаго свища (фистулы). Операция эта заключается въ томъ, что вскрываютъ брюшную стѣнку, вынимаютъ желудокъ, вскрываютъ его и края его пришиваютъ къ краямъ наружной раны. Такимъ образомъ получаютъ отверстіе, ведущее непосредственно въ желудокъ. Въ это отверстіе вставляютъ трубку, изъ которой можно получить сокъ. Иногда, при сильномъ суженіи пищевода (напр., вслѣдствіе образованія рубца послѣ ожоговъ или при ракъ пищевода), когда послѣдній становится непроходимымъ для пищи, и больному грозитъ смерть отъ голода, является необходимость прибѣгнуть къ указанной операци и у человѣка. Впрочемъ, желудочный сокъ у больныхъ получаютъ и не при такихъ тяжелыхъ обстоятельствахъ. Для распознаванія цѣлаго ряда желудочныхъ заболѣваній врачу представляется часто необходимость изучить составъ и свойства желудочнаго сока: съ этою цѣлью послѣдній добываютъ изъ желудка при помощи особой резиновой трубки съ воронкообразнымъ расширеніемъ въ началѣ, такъ называемаго желудочнаго зонда.

Конечно, полученный такимъ путемъ сокъ будетъ не чистый, а смѣшанный съ остатками пищи, слюной, слизью и т. п.

Опуская подробности полученія чистаго желудочнаго сока, я перейду къ изложенію его состава и свойствъ. Желудочный сокъ (смѣшанный) представляетъ собой безцвѣтную жидкость, непріятнаго запаха и кислаго вкуса; онъ имѣетъ кислую реакцію, т. е. окрашиваетъ синюю лакмусовую бумажку въ красный цвѣтъ. Въ 100 частяхъ его содержится около 90 ч. воды, изъ остальныхъ веществъ, образующихъ по количеству ничтожнѣйшую часть сока, самыми важными являются соляная кислота (или хлороводородная) и 2 фермента: пепсинъ и сычужный ферментъ. Этими послѣдними веществамъ желудочный сокъ обязанъ своей способностью химически дѣйствовать на пищу, или, вѣрнѣе, на одну группу пищевыхъ веществъ—бѣлки. Бѣлки не растворимы въ водѣ, не проходятъ при фильтрованіи и не могутъ просачиваться черезъ животныя перепонки. Всѣ эти свойства дѣлаютъ невозможнымъ прямой переходъ принятыхъ съ пищей бѣлковъ въ кровь. Желудочный сокъ измѣняетъ бѣлки, переводитъ ихъ въ новое состояніе.

Пепсинъ является ферментомъ, измѣняющимъ бѣлки. Его дѣйствіе выражается въ томъ, что бѣлки растворяются и получаютъ новыя свойства: легко проходятъ черезъ перепонку и растворяются въ водѣ. Такъ, наприм., яичный бѣлокъ подъ вліяніемъ желудочнаго сока становится жидкимъ, какъ вода. Бѣлки въ желудочномъ сокѣ, однако, не просто растворяются, какъ,

напр., соль и сахаръ въ водѣ, а измѣняются въ своемъ составѣ, потому что, выпаривъ воду, мы получаемъ соль и сахаръ въ прежнемъ, неизмѣненномъ видѣ, а выпаривъ желудочный сокъ, мы получимъ не прежній бѣлокъ, а измѣненный, легко растворимый въ водѣ п. т. д.

Бѣлки пищи, измѣненные дѣйствіемъ пепсина и соляной кислоты, носятъ названіе **пептоновъ**. Только въ присутствіи соляной кислоты пепсинъ можетъ проявить указанное дѣйствіе. Кромѣ пепсина въ желудочномъ сокѣ содержится, какъ было сказано, еще одинъ ферментъ, такъ называемый **сичужный ферментъ**; онъ вызываетъ свертываніе бѣлка, находящагося въ молокѣ (казеина), съ послѣдующимъ превращеніемъ его въ пептонъ. При этомъ, чѣмъ мельче хлопья свернушагося казеина, тѣмъ онъ легче растворяется въ сокѣ, а такъ какъ бѣлокъ женскаго молока осаждается въ видѣ очень нѣжныхъ хлопьевъ, то понятно, почему оно переваривается легче коровьяго.

Послѣ того, какъ мы выяснили пищеварительныя свойства желудочнаго сока, рассмотримъ, какъ онъ отдѣляется, и изъ какого матеріала онъ вырабатывается.

Выработкой желудочнаго сока занимаются клѣтки трубчатыхъ железъ. Матеріалъ доставляетъ имъ кровь: изъ бѣлковъ крови клѣтки вырабатываютъ ферменты, а соляную кислоту онѣ образуютъ изъ хлористаго натрія (поваренной соли) ¹⁾. Самое отдѣленіе желудочнаго сока происходитъ рефлекторно: поступившая въ желудокъ пища раздражаетъ окончанія чувствительныхъ нервовъ, раздраженіе передается центру, и оттуда посылаются импульсы (возбужденія) по двигательнымъ, сосудорасширяющимъ и отдѣлительнымъ нервнымъ волокнамъ (вѣткамъ блуждающаго нерва), въ результатъ чего получаютъ: движенія желудка, покраснѣніе его слизистой оболочки и усиленная дѣятельность железъ. Мы имѣемъ здѣсь, слѣдовательно, опять примѣръ очень сложнаго и важнаго процесса, совершающагося помимо воли и сознанія. Сложность и цѣлесообразность того, что происходитъ въ желудкѣ во время пищеваренія, станетъ для Васъ еще очевиднѣе, если къ изложеннымъ выше фактамъ мы прибавимъ, что согласно изслѣдованіямъ (проф. Павлова и его учениковъ) желудочный сокъ вырабатывается не всегда въ одномъ количествѣ и одного качества: чѣмъ больше пищи поступаетъ въ желудокъ, тѣмъ больше отдѣляется сока, и чѣмъ принятая пища труд-

1) Что поваренная соль служитъ матеріаломъ для образованія соляной кислоты, указываетъ тотъ фактъ, что если изъ пищи животнаго совершенно исключить поваренную соль, то черезъ нѣсколько дней соляная кислота изъ желудочнаго сока исчезаетъ.

нѣе переваривается, тѣмъ отдѣляемый сокъ отличается большей переваривающей способностью. Такъ, напр., послѣ принятія хлѣба отдѣляется болѣе сильный сокъ, чѣмъ послѣ принятія мяса или молока, потому что хлѣбъ труднѣе послѣднихъ переваривается.

Отдѣленіе желудочнаго сока вызывается не только непосредственнымъ соприкосновеніемъ пищи со слизистой оболочкой желудка, но также, какъ и слюноотдѣленіе, однимъ видомъ пищи. Представленіе о пищѣ, ея запахъ, предвкушеніе ея, однимъ словомъ то особое душевное состояніе, которое мы называемъ аппетитомъ, вызываетъ, еще до поступленія пищи въ желудокъ, обильное отдѣленіе сока. Изъ желудочной фистулы собаки выдѣляются капли сока, если раздражать ее на разстояніи кускомъ мяса. Этотъ «аппетитный» сокъ обладаетъ сильной пищеварительной способностью. И замѣчательно то, что чѣмъ пища больше нравится животному, чѣмъ она для него аппетитнѣе пахнетъ, тѣмъ отдѣляемый сокъ сильнѣе. Вкусъ пищи имѣетъ такимъ образомъ громадное значеніе для ея перевариванія и, слѣдовательно, для питанія.

Въ связи съ переваривающей способностью желудочнаго сока стоитъ любопытный вопросъ: почему желудокъ самъ себя не перевариваетъ? Вѣдь стѣнки желудка состоятъ изъ живыхъ бѣлковыхъ клѣтокъ; почему же этотъ живой бѣлокъ не растворяется въ своемъ собственномъ сокѣ и не превращается въ пептонъ, подобно мертвому, принятому съ пищей. Объясненіе этому явленію одни видятъ въ томъ, что кровь, омывающая слизистую оболочку желудка, благодаря своей щелочности, уничтожаетъ дѣйствіе кислаго сока, другіе—въ томъ, что живыя клѣтки желудочной стѣнки вырабатываютъ вещество, оберегающее ихъ отъ дѣйствія пепсина, т. е. отъ самоперевариванія.

Одной переваривающей способностью не ограничивается роль желудочнаго сока. Онъ дѣйствуетъ, благодаря содержащейся въ немъ соляной кислотѣ, обеззараживающимъ образомъ, такъ что множество микробовъ, проникшихъ съ пищей въ желудокъ, находятъ въ немъ свою гибель.

Мы можемъ теперь подвести итогъ роли желудка. Его значеніе, слѣдовательно, вытекаетъ изъ того, что онъ служитъ: 1) резервуаромъ для пищи, 2) лабораторіей, гдѣ бѣлки, подъ вліяніемъ пепсина и соляной кислоты, превращаются въ пептоны, и 3) дезинфекціонной камерой, въ которой гибнутъ бактеріи. Изъ этого итога видно, что какъ ни важенъ желудокъ, онъ не является, однако, такимъ органомъ, безъ

котораго животное не могло бы существовать. Дѣйствительно, собака послѣ полного удаленія желудка ¹⁾ (причемъ входъ его былъ пришитъ къ привратнику), не только выжила, но и не истощалась, только вынуждена была ѣсть медленнѣе.

V.

Составъ и дѣйствіе поджелудочнаго сока.

Въ желудкѣ пища нормально остается не болѣе 3—5 часовъ; въ теченіе этого времени желудокъ постепенно опорожняется, и вся пищевая кашка переходитъ въ 12-типерстную кишку. Здѣсь она подвергается дѣйствію двухъ соковъ, вырабатываемыхъ вспомогательными пищеварительными железами—поджелудочной железой и печенью. Сокъ поджелудочной железы по своему переваривающему дѣйствію занимаетъ первое мѣсто среди пищеварительныхъ соковъ. Поджелудочная железа принадлежитъ къ гроздевиднымъ железамъ; сокъ изъ отдѣльныхъ долекъ поступаетъ въ мелкіе протоки, впадающіе въ одинъ общій протокъ; послѣдній тянется, вдоль всего органа и въ свою очередь изливаетъ сокъ железы въ 12-типерстную кишку.

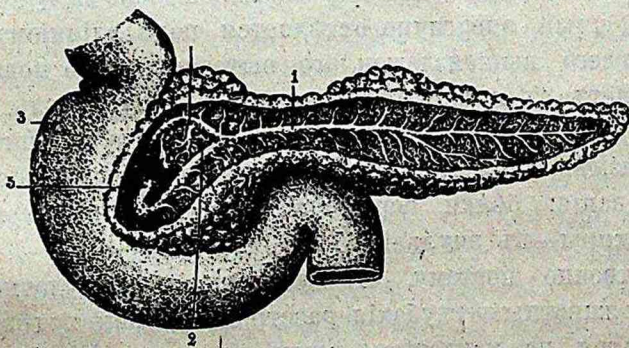


Рис. 33. Поджелудочная железа и двѣнадцатиперстная кишка.

1—выводной протокъ поджелудочной железы. 3—двѣнадцатиперстная кишка.

Значеніе поджелудочнаго сока, какъ и всякаго пищеварительнаго сока, основывается на ферментахъ, заключающихся въ немъ. Ихъ три, и каждый изъ нихъ оказываетъ дѣйствіе на одну какую-либо группу питательныхъ веществъ. Въ поджелудочномъ сокѣ, кромѣ воды и солей, имѣются: 1) ферментъ, дѣйствующій подобно птѣалину слюны, т. е. переводящій крахмалъ въ сахаръ, такъ называемый поджелудочный птѣалинъ, 2) ферментъ три-

¹⁾ Операция эта была произведена хирургомъ Черни.

псинъ, дѣйствующій подобно пепсину, т. е. переводящій бѣлки въ пептоны, и 3) ферментъ, способствующій превращенію жира въ эмульсію и называющійся липазой. Дѣйствіе послѣдняго фермента слѣдуетъ разсмотрѣть подробнѣе, такъ какъ изъ изученныхъ нами ферментовъ ни одинъ не дѣйствовалъ на жиры, а между тѣмъ въ неизмѣненномъ видѣ послѣдніе не могутъ всасываться, т. е. поступать въ кровь. Для того, чтобы они могли всосаться, они должны раньше перейти въ эмульсію, въ состояніе мельчайшихъ невидимыхъ капелекъ, въ то состояніе, въ какомъ жиръ находится въ молокѣ. Вотъ въ это состояніе жиръ превращается дѣйствіемъ липазы.

Относительно поджелудочнаго птіалина и трипсина надо замѣтить, что они дѣйствуютъ гораздо энергичнѣе, чѣмъ птіалинъ слюны и пепсинъ желудочнаго сока. Особенностью поджелудочнаго сока, въ сравненіи съ желудочнымъ, является его щелочная реакція. Благодаря своей щелочности поджелудочный сокъ уничтожаетъ переваривающее дѣйствіе кислаго желудочнаго сока, попавшаго вмѣстѣ съ пищей въ кишечникъ.

Отдѣленіе поджелудочнаго сока есть актъ рефлекторный, и сказанное относительно отдѣленія желудочнаго сока примѣнимо и къ дѣятельности поджелудочной железы; подобно желудочному соку, и поджелудочный энергично отдѣляется подъ вліяніемъ аппетита.

Изъ всего вышеизложеннаго вытекаетъ, что поджелудочная железа играетъ въ пищевареніи первостепенную роль, такъ какъ подъ вліяніемъ вырабатываемаго ею сока всѣ группы питательныхъ веществъ измѣняются такимъ образомъ, что становятся удобными для всасыванія: бѣлки переходятъ въ пептоны, крахмалъ—въ сахаръ, а жиры—въ эмульсію.

Естественно поэтому, что удаленіе поджелудочной железы вызывало у животныхъ глубокія разстройства: они худѣли, чувствовали, несмотря на усиленное кормленіе, постоянный голодъ; особенно плохо усваивался ими жиръ, такъ какъ, не превращенный въ эмульсію, онъ не могъ всасываться.

VI.

Строеніе печени.—Кровоснабженіе печени.—Составъ и пищеварительное дѣйствіе желчи.—Происхожденіе желтухи.

Вмѣстѣ съ поджелудочнымъ сокомъ въ 12-типерстную кишку поступаетъ сокъ, вырабатываемый печенью,—желчь.

Здѣсь не мѣсто заняться подробнымъ выясненіемъ вопроса о значеніи печени для организма. Но разъ рѣчь зашла объ этомъ

органѣ, мы не можемъ совершенно обойти этотъ вопросъ и отвѣтимъ на него хотя бы въ общихъ чертахъ.

Среди органовъ нашего тѣла печень занимаетъ совершенно исключительное положеніе. Она снабжается кровью не такъ, какъ другіе органы; ея дѣятельность въ сравненіи съ дѣятельностью другихъ органовъ поражаетъ своимъ разнообразіемъ; ея клѣтки обнаруживаютъ такія свойства, которыхъ мы у другихъ животныхъ клѣтокъ обыкновенно не наблюдаемъ.

Печень снабжается кровью изъ двухъ источниковъ: изъ печеночной артеріи (вѣтви аорты) и изъ воротной вены, стволъ которой образуется изъ сліянія венъ желудка, селезенки и кишечника. Въ печени воротная вена развѣтвляется на мелкія вѣтви и капилляры. Такимъ образомъ въ печени имѣются капилляры двоякаго происхожденія: одни представляютъ собой мельчайшія развѣтвленія печеночной артеріи, другіе—тончайшія вѣточки воротной вены. Тѣ и другіе собираются въ венозные стволы, послѣдніе въ двѣ широкихъ печеночныхъ вены, впадающихъ въ нижнюю полую вену. Изъ этого описанія Вы видите, что, во-1-хъ, печень, дѣйствительно, особеннымъ образомъ снабжается кровью, и что, во-2-хъ, масса крови, собирающейся изъ пищеварительныхъ органовъ, прежде чѣмъ попасть въ общій кругъ кровообращенія, должна пройти черезъ печень—обстоятельство, значеніе котораго выяснится впослѣдствіи.

Что касается разнообразія дѣятельности печени, то оно выражается въ томъ, что печеночныя клѣтки являются въ одно время и мѣстомъ распада красныхъ кровяныхъ шариковъ, и мѣстомъ, гдѣ изъ этого распада строятся новыя важныя для организма вещества, и запасными магазинами, своего рода кладовыми, гдѣ откладывается и хранится цѣнное питательное вещество (гликогенъ), и, наконецъ, мѣстомъ, гдѣ вырабатывается желчь, имѣющая значеніе для пищеваренія.

Такъ какъ теперь насъ интересуетъ исключительно роль печени въ пищевареніи, то подробно остановимся на желчи, на способѣ ея отдѣленія, ея составѣ и пищеварительныхъ свойствахъ. Для пониманія механизма отдѣленія желчи необходимо знать строеніе печени.

Печень состоитъ изъ долекъ; эта дольчатость у нѣкоторыхъ животныхъ замѣтна и для невооруженнаго глаза, а у человѣка она обнаруживается при небольшомъ увеличеніи. Дольки отдѣлены другъ отъ друга прослойками соединительной ткани. Каждая долька состоитъ изъ печеночныхъ клѣтокъ, кровеносныхъ сосудовъ (капилляровъ) и тончайшихъ желчныхъ ходовъ. Капилляры вѣдряются

въ дольку, въ ихъ петляхъ заключены группы печеночныхъ клѣтокъ. Печеночныя клѣтки имѣютъ многоугольную форму и окрашены въ желтоватый цвѣтъ. На поверхностяхъ клѣтокъ, прилежащихъ другъ къ другу, имѣется по желобку, которые, складываясь, образуютъ тончайшіе желчные ходы, стѣнками которыхъ служатъ сами печеночныя клѣтки.

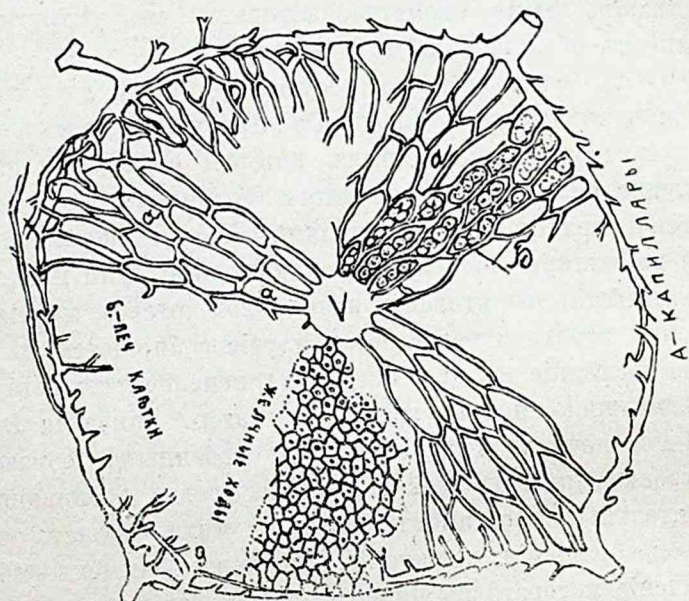


Рис. 34. Печеночная долька.

Межкѣточные желчные ходы сливаются по окружности долекъ въ болѣе значительные каналы, эти соединяются въ крупные протоки, а послѣдніе сливаются въ одинъ общій печеночный протокъ. Изъ печеночнаго протока желчь отводится по пузырьному протоку въ желчный пузырь, гдѣ она накапливается и откуда она изливается по желчному протоку въ 12-типерстную кишку.

Желчь (человѣка) представляетъ собой жидкость буровато-желтаго цвѣта, горькаго вкуса. Характерными составными частями желчи являются **желчныя кислоты** и вещества, окрашивающія желчь — **желчные пигменты**. И желчныя кислоты, и желчные пигменты вырабатываются печеночными клѣтками изъ матеріала, доставляемаго кровью. Этимъ матеріаломъ служатъ обломки, распадъ красныхъ кровяныхъ шариковъ. Печень, какъ было уже сказано, является для красныхъ шариковъ кладбищемъ: здѣсь они распадаются на бѣлковое вещество (прежняя строма), изъ котораго печеночныя клѣтки образуютъ желчныя кислоты, и красящее вещество — прежній гемоглобинъ, только лишенный желѣза. Это красящее вещество и вхо

дить въ составъ желчи въ видѣ желчныхъ пигментовъ (билирубина и биливердина). Для пищеваренія имѣютъ значеніе только желчныя кислоты, которыя способствуютъ переходу жира въ эмульсію. Пищеварительное значеніе желчи однако не исчерпывается однимъ эмульгированіемъ жировъ; она важна еще въ томъ отношеніи, что усиливаетъ дѣйствіе ферментовъ поджелудочнаго сока. Въ присутствіи желчи сила дѣйствія трипсина и поджелудочнаго птіалина рѣзко возрастаетъ. Кромѣ того желчь, смачивая стѣнки кишечника, дѣлаетъ ее легче проходимою для жира, способствуетъ всасыванію послѣдняго. Присутствіе желчи въ кишечникѣ важно также потому, что желчь возбуждаетъ мускулатуру и такимъ образомъ вызываетъ болѣе энергичную перистальтику.

Отдѣленіе желчи происходитъ непрерывно; питье воды и обильная мясная пища увеличиваютъ количество отдѣляемой желчи. Желчный пузырь является резервуаромъ, въ которомъ желчь накапливается и откуда она во время пищеваренія изливается въ кишечникъ.

Какъ происходитъ передвиженіе желчи по длинному пути отъ тончайшихъ желчныхъ ходовъ до 12-типерстной кишки? Движущими силами являются: 1) непрерывное поступленіе новыхъ порцій желчи, 2) давленіе діафрагмы на печень во время вдоха и 3) сокращеніе гладкихъ мускульныхъ волоконъ, которыя заложены въ стѣнкахъ крупныхъ протоковъ и желчнаго пузыря. Эти силы при нормальныхъ условіяхъ обезпечиваютъ передвиженіе желчи, но ихъ совершенно недостаточно, чтобы преодолѣть препятствія, возникающія иногда на пути въ видѣ слизистой пробки или желчныхъ камней. Тогда происходитъ позади препятствія застой желчи, желчные ходы переполняются, желчь просачивается въ лимфатическіе сосуды и въ концѣ концовъ попадаетъ въ кровь, окрашивая ее въ желчный цвѣтъ: получается желтуха. вмѣстѣ съ тѣмъ составныя части желчи, проникая въ кровь, обнаруживаютъ рядъ вредныхъ вліяній, напр., замедленіе сокращеній сердца и др.

Съ другой стороны, отсутствіе въ кишечникѣ или незначительное поступленіе въ него желчи имѣетъ своимъ послѣдствіемъ плохое перевариваніе жировъ, вслѣдствіе недостаточнаго эмульгирования ихъ, и застываніе пищи въ кишечникѣ (запоръ), вслѣдствіе вялой дѣятельности кишечной мускулатуры.

Желтуха можетъ быть и иного происхожденія. Переполненіе желчью желчныхъ ходовъ можетъ наступить не только тогда, когда въ какомъ-либо мѣстѣ путь прегражденъ, но и тогда, когда ненормально повышено образованіе желчи вслѣдствіе усиленнаго распада красныхъ кровяныхъ шариковъ. Такимъ образомъ причины, вы-

зывающія желтуху, т. е. поступленіе желчи въ кровь, могутъ лежать или въ печени или въ крови; говоря иными словами, желтуха бываетъ печеночнаго или кривороднаго происхожденія. Желтуха новорожденныхъ относится къ послѣднему типу. Я коснулся однако вопроса, который выходитъ уже за предѣлы физиологіи, и поэтому ограничусь лишь изложенными общими замѣчаніями.

VII.

Роль кишечнаго сока. — Актъ дефекаціи. — Броженіе и гніеніе въ толстыхъ кишкахъ.

Помимо поджелудочнаго сока и желчи, пища въ кишечникѣ подвергается еще дѣйствію кишечнаго сока, который отдѣляется такъ называемыми Либеркюновыми железами, заложенными въ слизистой оболочкѣ самаго кишечника. Однако дѣйствіе этого сока не очень значительно; главнымъ образомъ оно заключается въ томъ, что своимъ присутствіемъ кишечный сокъ, подобно желчи, усиливаетъ дѣйствіе ферментовъ поджелудочнаго сока.

Новѣйшія изслѣдованія показали, что явленія, происходящія здѣсь, чрезвычайно сложны. Дѣло въ томъ, что поджелудочный сокъ приобретаетъ способность переваривать бѣлки только при смѣшеніи съ кишечнымъ сокомъ. Въ послѣднемъ имѣется вещество, названное энтерокиназой, подъ вліяніемъ котораго въ поджелудочномъ сокѣ образуется трипсинъ, т. е. тотъ ферментъ, который, какъ мы знаемъ, растворяетъ бѣлки. Пока поджелудочный сокъ не смѣшанъ съ кишечнымъ, трипсинъ въ немъ нѣтъ, а есть вещество недѣятельное, способное перейти въ дѣятельный трипсинъ.

Какъ ни удивительны и запутанны эти процессы, они не представляютъ собой однако исключительной принадлежности живого организма: сходныя съ ними явленія мы встрѣчаемъ и въ мертвой природѣ, въ частности въ красильномъ производствѣ. Такъ, напримѣръ, всѣмъ извѣстная синяя краска индиго въ своемъ естественномъ видѣ не въ состояніи окрашивать волокна, она недѣятельна по отношенію къ волокну, такъ какъ не вступаетъ съ нимъ въ химическую связь. Но при воздѣйствіи на индиго извѣстныхъ химическихъ тѣлъ (цинка, закиси желѣза и др.), краска эта (такъ называемый индиговый заторъ) становится дѣятельной и, соединяясь съ волокномъ, окрашиваетъ его въ рѣзко выраженный синій цвѣтъ.

Итакъ, совмѣстнымъ дѣйствіемъ описанныхъ пищеварительныхъ соковъ все, что можетъ перевариваться, переваривается;

бѣлки переходятъ въ пептоны, крахмалъ въ сахаръ, а жиръ въ эмульсію. Переваренныя части пищи растворяются въ водѣ, которая въ кишечникѣ имѣется въ достаточномъ количествѣ, такъ какъ съ одной стороны мы съ пищей принимаемъ много воды, съ другой, какъ мы видѣли, она находится въ большомъ количествѣ во всѣхъ пищеварительныхъ сокахъ; и вотъ эта часть пищи, переваренная и растворенная, всасывается, т. е. поступаетъ въ кровь. Мѣстомъ всасыванія служатъ главнымъ образомъ тонкія кишки, а механизмъ всасыванія мы рассмотримъ впослѣдствіи; сейчасъ же займемся судьбой той части пищи, которая осталась непереваренной и не всосалась. Какъ совершенно ненужная, она, подъ именемъ каловыхъ массъ, проталкивается перистальтическими движеніями кишечника и наконецъ изгоняется совершенно.

Количество каловыхъ массъ зависитъ отъ рода принимаемой пищи; при растительной пищѣ оно значительно больше, чѣмъ при мясной. $\frac{3}{4}$ кала составляетъ вода, а главную массу сухихъ веществъ образуютъ слущивающіяся клѣтки отжившаго кишечнаго эпителия и бактеріи. Кромѣ того въ калѣ находятъ непереваренные остатки пищи: косточки плодовъ, обрывки сухожилій, клѣтчатку и т. п. Цвѣтъ кала зависитъ отъ количества примѣшанныхъ желчныхъ пигментовъ.

Актъ удаленія каловыхъ массъ, актъ дефекаціи—рефлекторный. Рефлексъ этотъ вызывается раздраженіемъ окончаній чувствительныхъ нервовъ прямой кишки, которое ощущается въ формѣ «позыва». Обычно прямая кишка свободна отъ каловыхъ массъ; какъ только послѣднія поступаютъ въ прямую кишку, онѣ своимъ присутствіемъ раздражаютъ окончанія чувствительныхъ нервовъ, раздраженіе это передается по центростремительнымъ нервнымъ путямъ въ поясничную часть спинного мозга, гдѣ заложень центръ дефекаціи, отъ котораго по двигательнымъ нервамъ посылаются возбужденія къ мышцамъ кишечника и брюшныхъ стѣнокъ. Сокращенія этихъ мышцъ толкаютъ массы къ заднепроходному отверстію, причемъ круговая мышца (сфинктеръ), закрывающая отверстіе, легко расширяется, не оказывая особаго сопротивленія.

Воля можетъ подавлять позывъ; при этомъ каловыя массы обратно уходятъ изъ прямой кишки въ выше лежащій отдѣлъ кишечника. Но если часто подавлять позывъ, тогда чувствительность прямой кишки притупляется, и присутствіе каловыхъ массъ не вызываетъ рефлекторнаго сокращенія мышцъ; отсюда—привычные запоры у лицъ, не удовлетворяющихъ почему-либо позыва къ дефекаціи.

Мы должны были бы теперь вернуться къ оставшейся въ полости кишечника переваренной пищевой кашницѣ, съ тѣмъ чтобы прослѣдить ея дальнѣйшую судьбу: какимъ образомъ она всасывается и въ концѣ концовъ становится частью нашей крови. Но прежде, чѣмъ сдѣлать это, я обращаю Ваше вниманіе на одно поразительное несоотвѣтствіе въ устройствѣ нашего пищеварительнаго канала. Посмотрите, какъ кратковременно пребываніе нашей пищи въ полости рта, въ желудкѣ (3—4 ч.) и даже въ тонкихъ кишкахъ (3—4 ч.), т. е. тамъ, гдѣ пища подвергается всѣмъ необходимымъ измѣненіямъ, и насколько продолжительнѣе пребываніе пищи въ толстыхъ кишкахъ (24 часа). А между тѣмъ въ толстыхъ кишкахъ происходитъ лишь всасываніе воды, и никакихъ пищеварительныхъ процессовъ не совершается. Зато микробы, имѣя для себя прекрасный питательный матеріалъ, пышно здѣсь растутъ и размножаются. Въ результатъ ихъ дѣятельности—броженіе и гніеніе пищевой массы, образованіе газовъ, кислотъ и различныхъ ядовитыхъ веществъ. Создаются такимъ образомъ очень благопріятныя условія для различныхъ заболѣваній. Нашъ кишечникъ оказывается чрезмѣрно длиннымъ и въ этомъ смыслѣ не соотвѣтствующимъ своему назначенію.

ФИЗИОЛОГІЯ ВСАСЫВАНІЯ.

I.

Всасываніе въ желудкѣ.—Тонкія кишки, какъ мѣсто всасыванія пищи.—
Строеніе ворсинокъ.

Съ переходомъ бѣлковъ въ пептоны, крахмала въ сахаръ и жировъ въ эмульсію выполнена задача пищеваренія, но еще не достигнута цѣль принятія пищи. Мы, очевидно, не для того принимаемъ пищу и перевариваемъ ее, чтобы наполнить ею кишечникъ. Для того, чтобы была достигнута конечная цѣль принятія пищи, необходимо, чтобы переваренныя питательныя вещества поступили въ кровеносные сосуды; иными словами, необходимо, чтобы эти вещества сдѣлались составными частями нашей крови. Достигается это путемъ всасыванія, которое начинается въ желудкѣ, но главнымъ образомъ происходитъ въ тонкихъ кишкахъ.

Уже въ желудкѣ питательныя вещества отдѣлены отъ кровеносныхъ сосудовъ очень тонкой перегородкой, такъ какъ, начиная съ желудка, слизистая оболочка образуется однимъ только слоемъ эпителія. И нѣкоторыя вещества уже въ желудкѣ легко проникаютъ черезъ эту перепонку и поступаютъ въ кровь. Что всасываніе можетъ происходить въ желудкѣ, доказывается случаями отравленія, когда ядовитое вещество почти немедленно по принятіи его обнаруживаетъ свое дѣйствіе на многіе органы; это возможно благодаря тому, что изъ желудка ядъ, еще до перехода его въ кишки, всосался, т. е. поступилъ въ кровь и токомъ крови разнесся по тѣлу, отравляя различные органы.

Однако въ желудкѣ всасываніе питательныхъ веществъ происходитъ лишь въ ничтожныхъ размѣрахъ, главнымъ же мѣстомъ всасыванія являются тонкія кишки, въ которыхъ имѣются спеціальныя приспособленія для всасыванія, или органы всасыванія. Этими органами служатъ **ворсинки**. Слизистая оболочка тонкихъ кишекъ на всемъ своемъ протяженіи образуетъ маленькіе выступы, или выпячиванія (ихъ нѣсколько миллионовъ)—это и есть ворсинки. Каждая ворсинка (см. рис. 35) покрыта слоемъ эпителиальныхъ клѣтокъ, у которыхъ на поверхности, обращенной въ полость ки-

печника, имѣются тончайшіе волоски, способные къ движеніямъ, наподобіе отростковъ амебы. Подъ этимъ слоемъ лежатъ кровеносные сосуды. Посрединѣ каждой ворсинки проходитъ трубка, слѣпой конецъ которой обращенъ къ просвѣту кишки, а открытый развѣтвляется и сообщается съ другими ходами и сосудами, находящимися въ толщѣ кишки. Трубка, проходящая въ центрѣ ворсинки, называется **млечнымъ пространствомъ** и представляетъ собой лимфатическій сосудъ, который открытымъ концомъ своимъ соединяется съ лимфатическими сосудами кишечника. Лимфатическіе сосуды кишечника, сливаясь другъ съ другомъ, образуютъ грудной лимфатическій протокъ, который изливаетъ свое содержимое въ лѣвую подключичную вену.

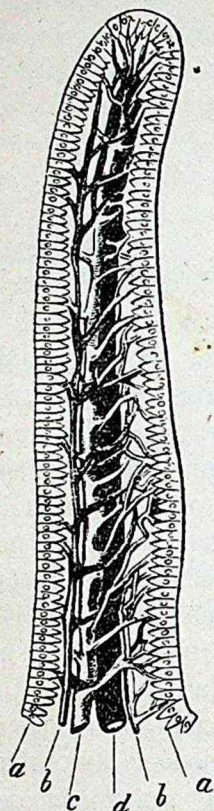


Рис. 35. Ворсинка изъ тонкихъ кишекъ.
а—наружный слой клетокъ;
b—артерія;
c—вена;
d—млечный сосудъ ворсинки.

Такимъ образомъ питательныя вещества отдѣлены въ тонкихъ кишкахъ только однимъ слоемъ клетокъ отъ кровеносныхъ и лимфатическихъ сосудовъ и, слѣдовательно, пройдя этотъ слой и тончайшую стѣнку самихъ сосудовъ, могутъ проникнуть въ кровяной потокъ.

II.

Понятіе объ осмозѣ.—Всасываніе воды, солей, бѣлковъ и углеводовъ.—Всасываніе жира.—Роль эпителія ворсинокъ.

Переваренныя питательныя вещества представляютъ собой извѣстной крѣпости водный растворъ солей, пептоновъ, сахара; точно также и кровь можно разсматривать, какъ растворъ питательныхъ веществъ. Слѣдовательно, въ тонкихъ кишкахъ мы имѣемъ два раствора, отдѣленныхъ другъ отъ друга тончайшей перепонкой. Изъ физики намъ извѣстно, что при такихъ условіяхъ оба раствора вступаютъ во взаимный обмѣнъ, и черезъ перепонку устанавливаются два противоположныхъ тока. Явленіе это носитъ названіе осмоза. Не входя въ подробности, отмѣчу лишь, что при осмозѣ обмѣнъ жидкостей можетъ быть неравномѣрнымъ, т. е. одна жидкость можетъ проникать черезъ перепонку съ болѣею энергіей, чѣмъ другая. Сила осмотического тока будетъ тѣмъ больше, чѣмъ

данная жидкость легче проходить через перепонку. Такимъ образомъ, если по одну сторону животной перепонки находится растворъ сахара (легко просачивающагося), а по другую—отваръ клея (очень трудно просачивающагося), то въ то время какъ клей къ сахару совсѣмъ не переходитъ, сахаръ будетъ переходить въ клеевой отваръ до тѣхъ поръ, пока по обѣ стороны перепонки не получится растворъ сахара одинаковой крѣпости.

Переходъ питательныхъ веществъ изъ кишечника въ кровь происходитъ также отъ части благодаря осмосу. Но чтобы понять, почему именно результатомъ осмоса является здѣсь переходъ питательныхъ веществъ въ кровеносные сосуды, надо принять во вниманіе, что въ крови очень мало солей и сахару, что она представляетъ собой растворъ главнымъ образомъ бѣлковъ, т. е. такихъ тѣлъ, которыя, какъ Вамъ извѣстно, съ большимъ трудомъ проходятъ черезъ животныя перепонки; наоборотъ, въ кишечникѣ имѣется водный растворъ солей, сахару и пептоновъ, т. е. веществъ очень легко просачивающихся (диффундирующихъ) черезъ перепонку. Вполнѣ естественно поэтому, что и соли, и пептоны, и сахаръ перейдутъ въ кровь. Переходъ воды, солей, пептоновъ и сахару изъ кишечника въ кровь совершается также, хотя въ незначительной степени, и благодаря фильтраціи *), которая возникаетъ вслѣдствіе давленія, производимаго на питательный растворъ кишечными стѣнками во время перистальтики.

Исслѣдованія показываютъ, что перечисленные выше вещества—вода, соли, пептоны и сахаръ поступаютъ изъ полости кишечника непосредственно въ капилляры ворсинокъ, а оттуда въ общій кругъ кровообращенія. Всасываніе этихъ веществъ совершается, по крайней мѣрѣ въ значительной степени, подъ вліяніемъ чисто физическихъ силъ (осмоса и фильтраціи).

Совершенно иначе обстоитъ дѣло съ находящейся въ питательномъ растворѣ жировой эмульсіей. Мельчайшія капельки, изъ которыхъ состоитъ эмульсія, не могутъ силами осмоса или фильтраціи пройти черезъ перепонку. Ихъ всасываніе происходитъ

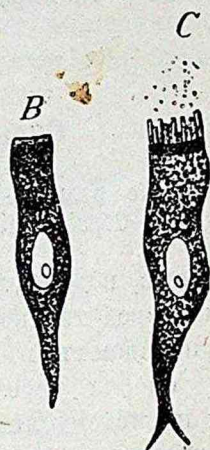


Рис. 36.

В—эпителиальная клѣтка, покрывающая ворсинку; С—та же клѣтка въ моментъ, когда она поглощаетъ жировыя капельки.

*) Подъ фильтраціей разумѣютъ прохожденіе жидкости черезъ перепонку подъ вліяніемъ давленія; чѣмъ сильнѣе давленіе, тѣмъ скорѣе фильтруется жидкость.

благодаря дѣятельности эпителиальныхъ клѣтокъ ворсинокъ. Своими отростками (см. рис. 36) эти клѣтки захватываютъ жировыя капельки, которыя затѣмъ передвигаются дальше и поступаютъ въ описанное лимфатическое пространство; сокращеніемъ гладкихъ мышечныхъ волоконъ, заложенныхъ у основанія лимфатическаго пространства, жировыя капли проталкиваются въ лимфатическіе сосуды и оттуда въ концѣ концовъ поступаютъ въ венозную кровь. Такимъ образомъ и жиръ, принятый съ пищей, хотя окольнымъ путемъ и при содѣйствіи совершенно другихъ силъ, поступаетъ вмѣстѣ съ остальными питательными веществами въ общій токъ крови.

Судьба всосавшихся веществъ.

Возстановленіе бѣлка.—Печень, какъ кладовая для углеводовъ.—Отложеніе жира.—Образованіе жира въ организмѣ изъ углеводовъ и бѣлковъ.

Итакъ, вода, соли, бѣлки и углеводы поступаютъ изъ кишечника непосредственно въ кровеносные сосуды ворсинокъ, а жировыя капли попадаютъ въ кругъ кровообращенія окольнымъ путемъ, пройдя сперва черезъ такъ называемые центральные млечные сосуды и систему лимфатическихъ путей. Но съ переходомъ питательныхъ веществъ въ кровь не заканчиваются ихъ превращенія. Какъ во время всасыванія, такъ и сейчасъ же послѣ него происходятъ новыя важныя измѣненія, на которыя я хочу обратить Ваше вниманіе. Прежде всего пептоны при прохожденіи черезъ кишечную стѣнку снова переходятъ въ бѣлки, и въ такомъ видѣ мы ихъ находимъ въ крови. Дѣйствительно, ни въ крови, ни въ млечныхъ сосудахъ не находятъ пептоновъ: доказано, что накопленіе пептоновъ въ крови оказываетъ даже ядовитое дѣйствіе.

Въ послѣдніе годы накопилось много фактовъ и наблюденій, говорящихъ за то, что общепризнанный еще недавно взглядъ на измѣненіе бѣлковъ въ пищеварительномъ каналѣ ошибоченъ. Есть основаніе предполагать, что дѣло не ограничивается превращеніемъ бѣлковъ въ пептоны, а что подъ соединеннымъ вліяніемъ ферментовъ пептоны въ кишечникѣ распадаются на рядъ болѣе простыхъ тѣлъ. Изъ этихъ то простыхъ тѣлъ, потерявшихъ, такъ сказать, обликъ первоначальнаго бѣлка, во время всасыванія вновь строится бѣлокъ, но уже не тотъ бѣлокъ, который былъ принятъ съ пищей, а бѣлокъ особый, бѣлокъ крови, съ характерными для каждаго вида животнаго свойствами.

При свѣтѣ этого ученія задача пищеваренія по отношенію къ

бѣлкамъ сводится къ тому, чтобы принимаемый съ пищей мертвый и чуждый организму бѣлокъ сначала обезличить путемъ глубокаго разрушенія его, а затѣмъ изъ обломковъ вновь создать бѣлокъ, но бѣлокъ живой, бѣлокъ нашего тѣла со всѣми отличительными его качествами.

Важное измѣненіе претерпѣваютъ также углеводы. Какъ было указано, всѣ углеводы пищи въ пищеварительномъ каналѣ превращаются въ сахаръ; такимъ образомъ въ тонкихъ кишкахъ образуются довольно большія количества послѣдняго. Если бы весь сахаръ сразу поступилъ въ кровеносную систему—онъ бы не могъ удержаться въ ней и выдѣлился бы съ мочей, не будучи использованъ организмомъ. Перегруженіе крови сахаромъ предотвращается

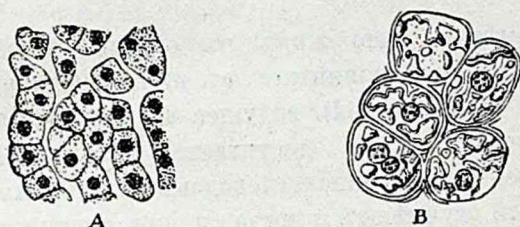


Рис. 37. Печеночныя кѣтки.

A—во время голоданія;
B—послѣ усиленнаго кормленія (глыбки гликогена).

тѣмъ, что сахаръ изъ кишечника поступаетъ въ кровь постепенно небольшими порціями; изъ кишечныхъ капилляровъ и венъ онъ вступаетъ въ кровь воротной вены и, дойдя по воротной венѣ до печени, задерживается здѣсь. Печень служитъ своего рода барьеромъ для сахара; печеночныя кѣтки откладываютъ въ себѣ избытокъ сахара въ видѣ особаго крахмала, называемаго **гликогеномъ**. Такимъ образомъ, печень исполняетъ роль кладовой, въ которой животный организмъ сохраняетъ для себя впрокъ чрезвычайно цѣнный питательный матеріалъ подобно тому, какъ нѣкоторыя растенія (напр., картофель) откладываютъ въ корняхъ и клубняхъ крахмаль. Изъ печени—кладовой наши ткани, по мѣрѣ надобности, получаютъ запасы гликогена, который, вступая изъ печени въ кровь, снова превращается въ сахаръ.

Количество гликогена, содержащагося въ печеночныхъ кѣткахъ, зависитъ главнымъ образомъ отъ питанія животного: при голоданіи оно уменьшается и гликогенъ можетъ совершенно исчезнуть (рис. 37), наоборотъ, при усиленномъ кормленіи гликогенъ

накапливается въ печени въ большомъ количествѣ. Накопленіе гликогена происходитъ не только тогда, когда пищей служатъ углеводы, но и при кормленіи мясомъ—фактъ, указывающій на то, что гликогенъ можетъ образоваться въ организмѣ и изъ бѣлковъ пищи.

Судьба жира во многомъ сходна съ судьбой сахара. Въ крови жира, какъ и сахара, находится ничтожное количество; подобно сахару, и жиръ откладывается въ извѣстныхъ частяхъ организма. Какъ печень служитъ кладовой для углеводовъ, такъ подкожная клѣтчатка служитъ главной кладовой для жира. Здѣсь всегда имѣются залежи жира, изъ которыхъ организмъ можетъ почерпнуть запасы этого горючаго матеріала, когда въ немъ представляется надобность (напр., во время голоданія, усиленной мышечной работы и т. д.).

Надо замѣтить, что жиръ въ организмѣ образуется не изъ одного только жира, принятаго съ пищей. Откармливаніе домашнихъ птицъ (утокъ, гусей), ведущее къ отложенію въ нихъ большихъ количествъ жира, достигается въ хозяйствѣ обильной доставкой преимущественно углеводовъ (картофель, сахаръ). Животныя и люди тучнѣютъ иногда и при питаніи почти исключительно бѣлковой пищей (тощимъ мясомъ); пчелы продолжаютъ приготавливать свой воскъ (жирное вещество) и тогда, когда ихъ кормятъ (ради опыта) исключительно мясомъ. Эти факты доказываютъ, что жиръ въ тѣлѣ можетъ образоваться не только изъ жира, но и изъ углеводовъ и бѣлковъ пищи путемъ ихъ химическаго измѣненія.

Въ сравненіи съ углеводами и жирами совершенно иной представляется судьба бѣлковъ. Организмъ нашъ не въ состояніи откладывать запасы бѣлковъ; въ тѣлѣ имѣются залежи углеводовъ (въ печени), залежи жира (въ подкожной клѣтчаткѣ, сальникѣ и др.), но нѣтъ въ организмѣ кладовой, гдѣ хранились бы залежи бѣлковъ.

Во время роста часть принятыхъ бѣлковъ идетъ на построеніе новыхъ клѣтокъ; когда же ростъ прекращается, принятый съ пищей бѣлокъ идетъ на пополненіе обычныхъ тратъ бѣлка въ организмѣ. Если же съ пищей принимается бѣлка больше, чѣмъ тратится его, то избытокъ не откладывается, а выводится изъ организма.

Другое важное отличіе бѣлковъ отъ углеводовъ и жировъ заключается въ томъ, что бѣлки нашего тѣла могутъ образоваться только изъ бѣлковъ пищи. Организмъ нашъ не въ состояніи построить бѣлковую частицу изъ другого матеріала, не изъ бѣлка.

Жиръ можетъ образоваться въ организмѣ, какъ мы видѣли, изъ жира, углеводовъ и бѣлковъ пищи; углеводы могутъ также образоваться не только изъ углеводовъ, но и изъ бѣлковъ, но живой бѣлокъ нашихъ клѣтокъ можетъ образоваться только изъ бѣлковъ, принятыхъ съ пищей. Бѣлокъ ничѣмъ не замѣнимъ, и въ то же время онъ всегда нуженъ намъ, потому что въ организмѣ всегда происходятъ траты бѣлка, которыя надо возмѣстить. Вотъ почему бѣлки являются той необходимой составной частью нашей пищи, которую нельзя изъ нея исключить.

ФИЗИОЛОГІЯ ВЫДѢЛИТЕЛЬНЫХЪ ОРГАНОВЪ.

Явленія жизни, какъ мы могли убѣдиться, неразрывно связаны съ разрушеніемъ органическаго вещества. Какъ паровой двигатель черпаетъ свою силу изъ силы теплоты, развивающейся при горѣніи дровъ, такъ и живыя силы нашего тѣла имѣютъ своимъ источникомъ тѣ силы, которыя развиваются при горѣніи и распадѣ принимаемыхъ внутрь органическихъ веществъ. Но когда въ топкѣ паровоза горятъ дрова (или уголь, или нефть), происходитъ вѣдь не только образованіе теплоты, которая согрѣваетъ воду и стѣнки котла и двигаетъ поршень: получаютъ еще продукты горѣнія (копотъ, водяные пары, газы), которые черезъ дымогаренную трубу выводятся вонъ. Не то же ли мы видимъ и въ живомъ организмѣ? Въ клѣткахъ нашего тѣла, которыя мы въ другомъ мѣстѣ назвали очагами, всегда идетъ горѣніе; оно происходитъ очень медленно, не вспыхиваетъ пламя, но результатъ получается тотъ же, что и въ топкѣ паровоза: образуется съ одной стороны теплота, согрѣвающая тѣло и служащая источникомъ для работы нашихъ тканей и органовъ, а съ другой стороны накапливаются продукты горѣнія, подлежащіе удаленію изъ организма. Какія же вещества образуются при горѣніи въ клѣткахъ, и гдѣ тѣ дымогаренныя трубы, по которымъ эти вещества выводятся наружу?

Горѣніе въ клѣткахъ, какъ Вамъ извѣстно, заключается въ соединеніи *O* съ горючимъ матеріаломъ; роль горючаго матеріала играютъ три группы питательныхъ веществъ, которыя доставляются клѣткамъ кровью: жиры, углеводы и бѣлки. При сгораніи жировъ и углеводовъ (сахара) получаютъ углекислота и вода; они сгораютъ въ тѣлѣ совершенно такъ, какъ они сгорали бы внѣ тѣла. Не такъ обстоитъ со сгораніемъ бѣлковъ. Внѣ тѣла можно сжечь бѣлки совершенно, до образованія газовъ, но въ организмѣ бѣлки не сгораютъ вполнѣ; продуктомъ ихъ неполнаго горѣнія является особое органическое, содержащее азотъ, тѣло—мочевина. Итакъ, горѣніе въ нашемъ тѣлѣ даетъ въ результатъ три главныхъ продукта: углекислоту, воду и мочевины, и три главныхъ пути существуютъ для выведенія этихъ отбросовъ наружу: легкія, почки (мочевыводящіе органы) и кожа...

Углекислота удаляется легкими; этотъ процессъ уже изученъ нами. Вода удаляется и легкими, и кожей, и почками. Мочевина выдѣляется главнымъ образомъ почками. Къ изученію дѣятельности почекъ мы и приступимъ.

I.

Строеніе почекъ.—Суточное количество мочи и его колебанія.

Хотя строеніе почекъ излагается подробно въ анатоміи, тѣмъ не менѣе я остановлюсь на немъ, такъ какъ знаніе его необходимо для пониманія дѣятельности почекъ. Въ почкѣ различаютъ два слоя: наружный—корковый, темно-краснаго цвѣта, на которомъ

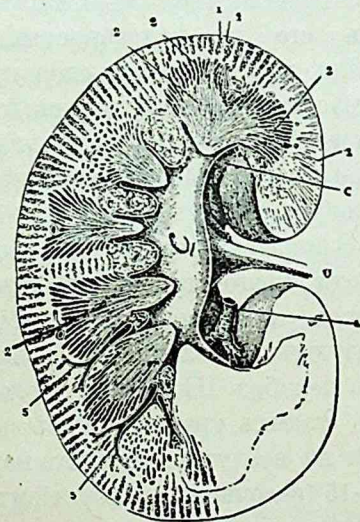


Рис. 38.—Продольный разрѣзъ почки. 1—корковый слой; 2—мозговое вещество; 4—почечная артерія; 5—вѣтки почечной артерій; U—мочеточникъ; C—лоханка.

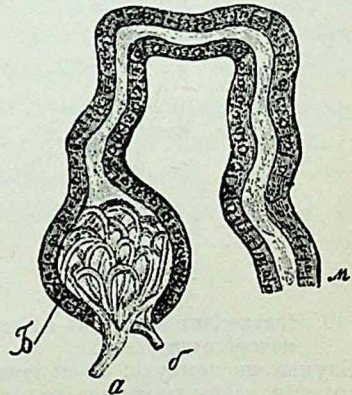


Рис. 39.—Мальпигіевъ клубочекъ и начало мочевого канальца. б—Бауманова капсула; м—мочевой каналецъ; а и б—маленькія артеріи.

невооруженный глазъ отмѣчаетъ красненькія точки; внутренний—мозговой, блѣднѣе наружнаго и исчерченный полосками, лучеобразно сходящимися къ центру почки, гдѣ находится такъ называемая почечная лоханка, мѣшокъ, въ который, какъ въ бассейнъ, стекаетъ изъ почки моча (см. рис. 38).

Красныя точки корковаго слоя, какъ обнаруживаетъ микроскопъ, представляютъ собою клубки мельчайшихъ артерій, на которыя разсыпаются развѣтвленія почечной артерій, а блѣдныя, лучеобразно направляющіяся въ мозговой слой полоски—почечные

или мочевые каналцы. Клубки кровеносныхъ сосудовъ носятъ названіе мальпигіевыхъ клубочковъ. Каждый мальпигіевъ клубочекъ впячивается внутрь тонкостѣнный перепончатый мѣшечекъ, такъ называемую Бауманову капсулу, какъ палецъ

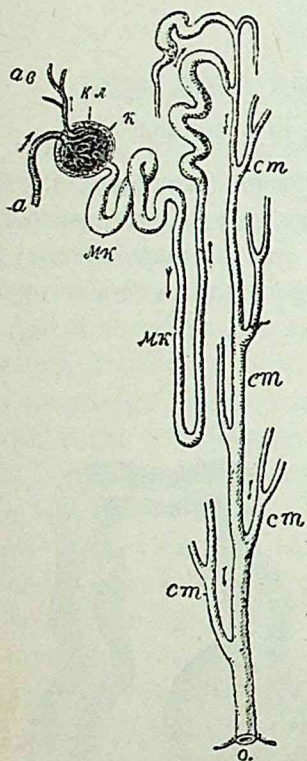


Рис. 40. Мальпигіевъ клубочекъ и ходъ мочевого канальца.

к — Бауманова капсула; а — маленькая артерія, разсыпаящаяся на клубокъ сосудовъ; ав — маленькая артерія, уносящая кровь изъ клубочка; мк, мк — различные участки мочевого канальца; ст — собирательная трубка, образуемая отъ слиянія сосѣднихъ канальцевъ; о — отверстіе, открывающееся въ лоханку.

мочевымъ канальцамъ, дойдетъ до лоханки, а оттуда по мочеточнику — до мочевого пузыря.

Черезъ посредство почекъ изъ организма выдѣляется моча. Моча представляетъ собою воду, въ которой растворены различные плотныя вещества. Откуда берется моча, каковъ ея составъ, гдѣ образуются составныя части ея — на всѣ эти вопросы я въ послѣдствіи постараюсь дать отвѣтъ, пока же отмѣчу лишь, что почки не участвуютъ въ выработкѣ мочи, что послѣдняя въ готовомъ видѣ

впячивается мячикъ, такъ что клубокъ кажется какъ бы погруженнымъ въ мѣшечекъ. Стѣнка мѣшечка, противоположная впячиванію, вытянута въ тонкую шейку, продолжающуюся въ извитой каналецъ (рис. 39).

Затѣмъ ходъ канальцевъ становится очень запутаннымъ, и я считаю излишнимъ излагать Вамъ его въ подробностяхъ. Пройдя изъ коркового слоя въ мозговой, снова вернувшись въ корковый, сосѣдніе канальцы впадаютъ (рис. 40) въ такъ называемыя собирательныя трубки; собирательныя трубки въ области мозгового слоя въ свою очередь сходятся и, сливаясь, образуютъ канальцы все большаго колбра. Нѣсколько десятковъ такихъ трубокъ открываются на верхушкѣ каждого изъ 12—15 сосочковъ отверстіемъ, ведущимъ въ почечную лоханку.

Изъ этого краткаго описанія видно, что все, что попадаетъ въ мѣшечки мальпигіевыхъ клубочковъ (Баумановы капсулы), пройдя длинный путь по мо-

просачивается и проникаетъ изъ кровеносныхъ сосудовъ въ Баумановы капсулы и мочевые каналцы, откуда черезъ отверстія она стекаетъ въ лоханку. Въ среднемъ количество мочи, выдѣляемое взрослымъ человѣкомъ въ сутки, равно около 1500 куб. смт. Но количество это непостоянно, оно увеличивается при обильномъ поступленіи питья и находится въ прямой зависимости отъ кровяного давленія: чѣмъ выше кровяное давленіе по всей кровеносной системѣ (напр., при усиленной сердечной дѣятельности) или только въ почкахъ (при застоѣ крови въ ней), тѣмъ больше фильтруется воды, и, слѣдовательно, тѣмъ больше отдѣляется мочи. Наоборотъ, при паденіи кровяного давленія (при слабой дѣятельности сердца или потерѣ значительнаго количества крови) уменьшается количество мочи, а при очень сильномъ пониженіи давленія отдѣленіе мочи можетъ совершенно прекратиться. Количество выдѣляемой мочи находится также въ зависимости отъ погоды: въ холодную погоду выдѣляется больше мочи, чѣмъ въ жаркую. Происходитъ это оттого, что холодъ вызываетъ суженіе кожныхъ сосудовъ; кровь приливаетъ въ большемъ количествѣ къ внутреннимъ органамъ, особенно къ почкамъ, и мочевая вода въ большемъ количествѣ фильтруется черезъ мальпигіевы клубочки; въ жаркую погоду происходитъ обратное: кожные сосуды расширены, отъ внутреннихъ органовъ кровь приливаетъ къ кожѣ, чрезъ почки меньше протекаетъ крови, меньше поэтому фильтруется въ нихъ мочевой воды.

II.

Нормальныя и ненормальныя составныя части мочи.

По составу своему моча представляетъ воду, въ которой растворены твердыя вещества: соли, мочевины, мочевая кислота и др. Моча имѣетъ кислую реакцію (благодаря присутствію въ ней кислотъ солей фосфора) и нѣсколько тяжеле воды.

Удѣльный вѣсъ мочи 1015—1020 ¹⁾; измѣряется онъ посредствомъ особаго прибора, называемаго ареометромъ.

Всѣ вещества мочи, какъ и мочевая вода, поступаютъ въ мочу изъ крови: кровь, слѣдовательно, благодаря дѣятельности почекъ, очищается, освобождается отъ всего лишняго и вреднаго.

¹⁾ Цифры эти означаютъ, что если принять вѣсъ какого-либо количества воды равнымъ 1000, то вѣсъ такого же количества нормальной мочи будетъ равняться 1015—1020. Чѣмъ меньше въ мочѣ растворено плотныхъ веществъ, тѣмъ удѣльный вѣсъ ея ниже.

Но мало того, что выдѣленіемъ мочи поддерживается нормальный составъ крови: съ мочей удаляются изъ организма ядовитыя вещества. Нормальная человѣческая моча, впрыснутая въ кровь животныхъ, вызывала у нихъ явленія отравленія. Вычислено, что въ человѣческомъ тѣлѣ въ теченіе двухъ сутокъ вырабатывается такое количество ядовитыхъ веществъ, которое способно было бы отравить организмъ, если бы оно своевременно не выводилось съ мочей. Вотъ почему такъ опасно задержаніе мочи на продолжительное время ¹⁾.

Изъ нормальныхъ составныхъ частей мочи остановимся на мочевины. Это — органическое тѣло, содержащее азотъ. Мочевина представляетъ собой продуктъ неполнаго окисленія бѣлка. Мы говорили уже, что нормально весь бѣлокъ, поступающій съ пищей, выдѣляется, подвергшись въ организмѣ неполному сгоранію, въ видѣ мочевины. Такимъ образомъ, по количеству въ мочѣ мочевины можно судить о размѣрахъ сгоранія бѣлковъ. Нормально въ теченіе сутокъ взрослый человѣкъ выдѣляетъ около 30 граммовъ мочевины. Понятно, что при употребленіи обильной пищи изъ мяса и яицъ (т. е. богатой бѣлками) количество мочевины увеличивается, наоборотъ, при растительной діетѣ (бѣдной бѣлками) количество мочевины въ мочѣ значительно уменьшается. Но какъ должны Вы смотрѣть на организмъ, который, принимая съ пищей мало бѣлковъ, выдѣляетъ тѣмъ не менѣе съ мочей много мочевины? Очевидно, мочевина образуется въ данномъ случаѣ отъ сгоранія бѣлковъ живыхъ клѣтокъ; предъ нами, дѣйствительно, больной сгораетъ, худѣетъ, что бываетъ почти при каждомъ лихорадочномъ заболѣваніи. Долго занимавшій ученыхъ вопросъ, гдѣ образуется мочевина, въ настоящее время можно считать разрѣшеннымъ. Въ клѣткахъ нашего тѣла постоянно происходитъ распадъ бѣлка; однимъ изъ главныхъ продуктовъ этого распада является амміакъ. Токомъ венозной крови амміакъ вымывается изъ клѣтокъ и доставляется въ печень, гдѣ это ядовитое вещество, соединяясь съ угольной кислотой, превращается

¹⁾ Когда вслѣдствіе болѣзненнаго пораженія почекъ прекращается ихъ очистительная работа, составныя части мочи остаются въ крови и, накапливаясь въ ней, вызываютъ отравленіе организма. Состояніе это въ медицинѣ извѣстно подъ названіемъ уреміи (мочекрывія); оно характеризуется судорогами, душевной подавленностью, иногда слѣпотой, исходомъ его нерѣдко бываетъ смерть больного.

Сходная съ уреміей явленія представляетъ собой картина такъ называемой эклампсіи беременныхъ, болѣзни, при которой обыкновенно находятъ пораженіе почекъ и которая также разсматривается, какъ результатъ самоотравленія организма.

въ сравнительно безвредную для нашего тѣла мочевины.

Что печень, дѣйствительно, является мѣстомъ образованія мочевины, доказано многочисленными опытами и наблюденіями, изъ которыхъ я приведу лишь нѣкоторые. Прежде всего найдено, что въ печени содержаніе мочевины больше, чѣмъ въ какомъ-либо другомъ мѣстѣ организма. Установлено, далѣе, путемъ химическихъ изслѣдованій, что въ крови воротной вены, притекающей къ печени, вдвое меньше мочевины, чѣмъ въ крови печеночныхъ венъ, вытекающей изъ печени, слѣдовательно, мочевина вырабатывается въ печени. Замѣчательно то, что эту способность вырабатывать мочевины печень сохраняетъ даже послѣ смерти животнаго. Наблюденія надъ больными также подтверждаютъ связь между дѣятельностью печени и образованіемъ мочевины въ организмѣ; при тяжелыхъ заболѣваніяхъ печени (тяжелой формѣ желтухи, сморщиваніи печени у алкоголиковъ и др.), при которыхъ жизнѣдѣтельность печеночныхъ клѣтокъ ослаблена, образованіе мочевины и выдѣленіе ея съ мочей ограничивается или даже совершенно прекращается.

Послѣ всего изложеннаго судьба принятаго съ пищей бѣлка можетъ быть представлена въ слѣдующемъ видѣ: подвергшись разрушенію въ пищеварительномъ каналѣ подъ вліяніемъ ферментовъ, бѣлокъ, во время всасыванія, снова восстанавливается изъ обломковъ въ формѣ бѣлка крови; токомъ крови бѣлокъ доставляется различнымъ органамъ, и здѣсь, въ живыхъ клѣткахъ, онъ снова распадается; его углеродъ окисляется въ углекислоту, его водородъ—въ воду, его сѣра—въ сѣрную кислоту, его азотъ—въ амміакъ. Послѣдній въ печени превращается въ мочевины и въ такомъ видѣ выдѣляется изъ организма вмѣстѣ съ мочей.

Кромѣ мочевины въ мочѣ растворены **мочевая кислота и соли**. Въ нормальной мочѣ количество мочевой кислоты, которая представляетъ собой также продуктъ распада бѣлка, незначительно, но при нѣкоторыхъ болѣзненныхъ состояніяхъ (подагрѣ) она накапливается въ организмѣ въ значительномъ количествѣ.

Изъ солей мочи первое мѣсто занимаетъ поваренная соль (хлористый натрій). Въ теченіе сутокъ она выдѣляется въ среднемъ въ количествѣ 12—15 граммовъ, приблизительно столько же, сколько мы принимаемъ ея съ пищей.

Таковы важнѣйшія свѣдѣнія по вопросу о составѣ нормальной мочи. Теперь скажемъ нѣсколько словъ о ненормальныхъ тѣлахъ, которыя появляются въ мочѣ больного человѣка. Среди этихъ веществъ обращаютъ на себя наше вниманіе бѣлокъ и сахаръ

Бѣлокъ въ мочѣ здороваго человѣка не содержится. Хотя въ крови, какъ Вы знаете, содержатся въ растворенномъ видѣ бѣлки, тѣмъ не менѣе при нормальныхъ условіяхъ они не пропускаются Баумановой капсулой. И только, когда кровяное давленіе въ мальпигіевыхъ клубочкахъ рѣзко повышено или сами капсулы поражены какимъ-либо болѣзненнымъ процессомъ, бѣлокъ проникаетъ сквозь мѣшечекъ и появляется въ мочѣ. Такимъ образомъ, появленіе бѣлка въ мочѣ указываетъ въ большинствѣ случаевъ или на ненормальность въ кровообращеніи или на заболѣваніе самой почки.

Сахаръ въ нормальной мочѣ отсутствуетъ. Какъ извѣстно, и въ крови сахаръ содержится въ ничтожномъ количествѣ (1:1000). Но если въ крови накапливается сахаръ въ большемъ противъ нормы количествѣ, тогда онъ выдѣляется мочей, не будучи использованъ организмомъ ¹⁾.

Проба на бѣлокъ. Содержаніе бѣлка въ мочѣ узнается слѣдующимъ образомъ: мочу фильтруютъ, затѣмъ, если реакція ея щелочная, ее подкисляютъ нѣсколькими каплями 1% раствора уксусной кислоты, послѣ чего кипятятъ. Въ случаѣ присутствія бѣлка появляется хлопчатый осадокъ.

Проба на сахаръ. Присутствіе сахара въ мочѣ опредѣляется слѣдующимъ образомъ: къ изслѣдуемой мочѣ прибавляютъ 10% ѣдкаго натра (въ количествѣ равномъ, приблизительно, $\frac{1}{3}$ взятой мочи), затѣмъ по каплямъ приливаютъ растворъ мѣднаго купороса, пока не появится легкая муть. Послѣ этого смѣсь кипятятъ. Если моча содержитъ сахаръ, появляется красный или желтый осадокъ, нормальная же моча остается прозрачной.

III.

Механизмъ мочеотдѣленія.—Роль почечнаго эпителія.—Избирательная способность его.—Опорожненіе мочевого пузыря.

Разсмотримъ механизмъ мочеотдѣленія. Принесенная артеріей въ почки кровь попадаетъ въ многочисленные мальпигіевы клубочки и капилляры, стѣны которыхъ покрываютъ мочевые канальцы. Чрезъ тонкія стѣнки этихъ сосудовъ проникаетъ вода кровяной плазмы и нѣкоторыя, растворенныя въ плазмѣ, плотныя вещества (мочевина, соли и др.). Просачивающаяся такимъ образомъ жидкость и есть моча, которая стекаетъ въ лоханку.

Не надо, однако, думать, что кровь въ почкахъ просто филь-

¹⁾ Болѣзнь, при которой наблюдается это явленіе, носитъ названіе сахарнаго мочеизнуренія.

труется. Если бы моча представляла собой простой фильтратъ крови, тогда трудно было бы объяснить, почему нѣкоторыя вещества содержатся въ ней въ гораздо большемъ количествѣ, чѣмъ въ кровяной плазмѣ, между тѣмъ какъ обычно фильтратъ жиже той жидкости, которая подвергается фильтраціи. Достаточно указать на то, что поваренной соли въ мочѣ вдвое больше, а мочевины въ 40—50 разъ больше, чѣмъ въ крови. Съ другой стороны, бѣлка въ нормальной мочѣ совсѣмъ нѣтъ, между тѣмъ какъ въ кровяной плазмѣ бѣлки составляютъ главнѣйшую часть растворенныхъ въ ней плотныхъ веществъ. Отсюда слѣдуетъ, что если что-либо фильтруется изъ кровяной плазмы, то только вода.

Что же касается плотныхъ веществъ, то одни изъ нихъ (мочевина, соли) какъ бы энергично вылавливаются или вытягиваются изъ крови, другія (бѣлокъ и сахаръ) не пропускаются вовсе ни въ Баумановы капсулы, ни въ мочевые каналцы. Рядомъ опытовъ установлено, что эпителиальныя клѣтки мочевыхъ каналцевъ обладаютъ, дѣйствительно, такой замѣчательной способностью притягивать къ себѣ и выбирать изъ крови извѣстныя вещества. Особенно доказательнымъ представляется слѣдующій опытъ: животному перерѣзаютъ спинной мозгъ, благодаря чему во всемъ тѣлѣ рѣзко падаетъ кровяное давленіе, и мочеотдѣленіе прекращается; послѣ этого въ кровеносные сосуды впрыскивается индиговая краска; чрезъ нѣкоторое время животное убиваютъ. Изслѣдованіе его почекъ обнаруживаетъ обильное отложеніе краски въ извѣстныхъ отдѣлахъ мочевыхъ каналцевъ, внутри ихъ эпителиальныхъ клѣтокъ, въ то время какъ въ другихъ отдѣлахъ и въ Баумановыхъ капсулахъ краски не оказывается. Такъ какъ кровь при условіяхъ опыта совершенно не фильтруется, то остается допустить, что почечный эпителий обладаетъ способностью извлекать изъ крови краску. И ту же притягательную или избирательную способность эпителиальныя клѣтки мочевыхъ каналцевъ проявляютъ по отношенію къ мочевины и солямъ, извлекая ихъ изъ крови.

Почки, слѣдовательно, представляютъ собой не обычный фильтръ, а особымъ образомъ устроенный приборъ, не только освобождающій кровь отъ избытка воды и солей, но и извлекающій изъ нея мочевины и другіе продукты распада.

Такимъ образомъ происхожденіе мочи въ настоящее время представляется въ слѣдующемъ видѣ: мочева вода и соли фильтруются изъ крови чрезъ кровеносные сосуды клубочковъ; получающійся растворъ стекаетъ въ мочевые каналцы, гдѣ онъ увлекаетъ мочевины и другія вещества, извлеченныя изъ крови эпи-

телиальными клѣтками канальцевъ. Изъ отверстій мочевыхъ канальцевъ моча, капля за каплей, сочится въ лоханки, отсюда она стекаетъ въ мочеточники, а послѣдніе сокращеніемъ своихъ мышечныхъ волоконъ проталкиваютъ ее въ мочевой пузырь. Обратное поступленіе мочи изъ мочевого пузыря въ мочеточники устраняется особымъ устройствомъ отверстій мочеточниковъ. Мочеточники прободаютъ мочевой пузырь въ косомъ направленіи такъ, что верхняя стѣнка отверстія выдается въ видѣ клапана, который при наполненіи пузыря мочей закрываетъ совершенно отверстіе.

Въ то время какъ въ почкахъ идетъ непрерывное отдѣленіе мочи, которая непрерывно же стекаетъ по мочеточникамъ, въ мочевомъ пузырьѣ она накапливается и остается въ теченіе довольно продолжительнаго времени. Мочевой пузырь остается закрытымъ благодаря сокращенію круговыхъ мышечныхъ волоконъ, находящихся на границѣ пузыря и мочеиспускательнаго канала. Но лишь только пузырь сильно наполняется, моча производитъ извѣстное давленіе и растяженіе пузыря, чѣмъ вызываетъ раздраженіе чувствительныхъ нервовъ; раздраженіе это передается въ поясничную часть спинного мозга, гдѣ заложенъ центръ для опорожненія мочевого пузыря. Изъ нервныхъ клѣтокъ, образующихъ этотъ центръ, посылаются импульсы по двигательнымъ нервамъ къ мышцѣ мочевого пузыря; мышца сокращается, запираетъ (сфинктеръ), наоборотъ, расслабляется, и пузырь опорожняется.

Такимъ образомъ, обычное выдѣленіе мочи является актомъ рефлекторнымъ. Но, какъ извѣстно, воля играетъ также большую роль въ этомъ процессѣ, такъ какъ мы можемъ по желанію до извѣстныхъ предѣловъ подавлять его, т. е. задерживать мочу, несмотря на сильный позывъ, или, наоборотъ, опорожнять пузырь даже при небольшомъ накопленіи въ немъ мочи. Произвольное задержаніе мочи достигается сокращеніемъ сфинктера, состоящаго изъ поперечно-полосатыхъ мышечныхъ волоконъ; произвольное опорожненіе достигается сокращеніемъ поперечно-полосатыхъ мышцъ брюшной стѣнки и расслабленіемъ сфинктера. Это вліяніе воли, а также и то, что различныя психическія состоянія (испугъ, волненіе) могутъ вызывать непроизвольное опорожненіе мочевого пузыря, указываетъ на существованіе нервныхъ путей, соединяющихъ головной мозгъ со спинно-мозговымъ центромъ.

ФИЗИОЛОГІЯ КОЖИ.

I.

Значеніе кожи въ жизни организма.—Строеніе кожи.

Роль кожи въ жизни организма весьма разнообразна. Во-первыхъ, образуя собой своего рода футляръ или панцырь, въ которомъ заключено наше тѣло, кожа играетъ роль защитительнаго аппарата. Затѣмъ, подобно почкамъ, кожа, благодаря железамъ, заложеннымъ въ ней, способствуетъ очищенію крови, освобожденію ея отъ избытка воды и различныхъ ненужныхъ или вредныхъ веществъ: кожа является, слѣдовательно, органомъ выдѣлительнымъ. Въ-третьихъ, кожа, изъ всѣхъ частей нашего тѣла всего ближе соприкасающаяся съ предметами окружающаго міра, получаетъ, благодаря нервамъ, оканчивающимся въ ней, раздраженія отъ этихъ предметовъ, а эти раздраженія, переданныя въ головной мозгъ, перерабатываются тамъ въ ощущенія (тепла, холода, боли, давленія). Слѣдовательно, кожа играетъ роль чувствующаго органа. Наконецъ, при помощи обширнѣйшей сѣти своихъ сосудовъ (мелкихъ артерій и капилляровъ), которые подъ вліяніемъ сосудодвигательной нервной системы могутъ то суживаться, то расширяться, кожа играетъ важную роль въ распредѣленіи крови въ организмѣ и въ дѣлѣ регулированія теплоты. Роль кожи въ дѣлѣ регулированія теплоты мы рассмотримъ подробно тогда, когда займемся вопросомъ, откуда происходитъ теплота нашего тѣла, и какимъ образомъ она всегда сохраняется почти на одной высотѣ, не взирая на смѣны временъ года. Точно также мы сейчасъ не будемъ разбирать роли кожи, какъ чувствующаго органа. Мы лишь въ немногихъ словахъ обрисуемъ защитительныя свойства кожи, но зато подробно рассмотримъ значеніе кожи, какъ выдѣлительнаго органа.

Но прежде всего скажемъ нѣсколько словъ о строеніи кожи (см. рис. 41). Въ ней различаютъ два слоя: верхній—надкожицу (эпидермисъ) и нижележащій—кожу. **Надкожица** состоитъ изъ рядовъ клѣтокъ, которыя по направленію къ поверхности постепенно-

уплощаются, лишаются ядра и приобретаютъ роговой характеръ ¹⁾).

Въ противоположность этимъ ороговѣвшимъ и отжившимъ клѣткамъ верхнихъ пластовъ, клѣтки нижнихъ слоевъ надкожицы (такъ называемый мальпигиевъ слой) мягки, сочны, содержатъ ядра и непрерывно размножаются ²⁾. Здѣсь же, въ клѣткахъ мальпигиева слоя, заключены зернышки красящаго вещества (пигмента), которое придаетъ кожѣ людей цвѣтныхъ расъ ея характерный цвѣтъ.

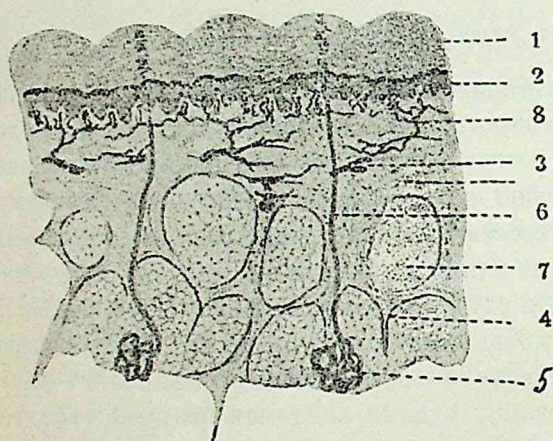


Рис. 41. Разрѣзъ кожи (подъ микроскопомъ).
1 — эпидермисъ; 2 — мальпигиевъ слой; 3 — собственно кожа; 4 — начало подкожнаго жирнаго слоя; 5 — клубокъ потовыхъ желѣзъ; 6 — ихъ выходной протокъ; 7 — жировыя клѣтки; 8 — кровеносные сосуды.

За надкожицей слѣдуетъ кожа, состоящая изъ соединительно-тканыхъ волоконъ и образующая выступы, такъ называемые сосочки. Въ этихъ сосочкахъ содержатся сѣти капилляровъ, образующихъ мѣстами клубки. Въ надкожицу кровеносные сосуды не проникаютъ. Кожа очень обильно снабжена нервами, окончанія которыхъ находятъ въ сосочкахъ кожи, а также въ нижнихъ слояхъ надкожицы.

Подъ кожей лежитъ подкожная клѣтчатка, соединяющая кожу съ мышцами и костями. Подкожная клѣтчатка состоитъ изъ рыхлой соединительной ткани, богатой жиромъ, который выполняетъ всѣ неровности и придаетъ округленность членамъ (рис. 41).

¹⁾ Верхнія отжившія клѣтки надкожицы утрачиваютъ въ значительной мѣрѣ бѣлковое вещество, которое превращается въ такъ называемый кератинъ, отличающійся обиліемъ сѣры.

²⁾ Ненормально усиленное размноженіе клѣтокъ мальпигиева слоя можетъ привести къ образованію злокачественныхъ опухолей (различныхъ формъ раковъ).

II.

Защитительная роль кожи.—Кожа, какъ выдѣлительный органъ.—Механизмъ и значеніе потоотдѣленія.—Дѣятельность сальныхъ железъ.

Неповрежденная кожа служитъ надежной защитой отъ микробовъ. Верхніе слои кожи, какъ было замѣчено, состоятъ изъ чешуекъ, т. е. плоскихъ ороговѣвшихъ клѣтокъ, лишенныхъ ядра. Этотъ пластъ мертвыхъ клѣтокъ является своего рода барьеромъ для микробовъ. Живыя клѣтки такимъ образомъ предохраняются мертвыми отъ вторженія невидимыхъ враговъ (бактерій). Поясъ мертвыхъ клѣтокъ предохраняетъ также нижележащіе кровеносные сосуды отъ давленія, случайныхъ вредныхъ вліяній и испаренія, которое влекло бы за собой бесполезную трату драгоценной жидкости—крови.

Теперь обратимся къ выясненію выдѣлительной дѣятельности кожи.

Кожа выдѣляетъ потъ и кожное сало. Выдѣленіе происходитъ благодаря дѣятельности потовыхъ и сальныхъ железъ.

Потовыя железы разбѣяны въ количествѣ свыше двухъ миліоновъ по всей поверхности кожи; онѣ заложены въ видѣ клубка въ глубокихъ слояхъ кожи; выводной протокъ поднимается вверхъ и на подобіе штопора прободаетъ надкожицу, оканчиваясь на поверхности кожи маленькимъ отверстіемъ, видимымъ при небольшомъ увеличеніи. Черезъ эти отверстія потъ постоянно выдѣляется мельчайшими каплями, которыя обычно невидимы, такъ какъ быстро испаряются. Въ жаркую погоду, когда отдѣленіе пота идетъ очень энергично, онъ не успѣваетъ весь испариться и скопляется въ видѣ капель. Какъ при видимомъ, такъ и при невидимомъ потѣніи, испареніе пота сопровождается отнятіемъ отъ тѣла теплоты, охлажденіемъ его. Такимъ образомъ, кожа путемъ усиленнаго потоотдѣленія освобождаетъ наше тѣло отъ избытка теплоты, и это является однимъ изъ важныхъ средствъ, которыми располагаетъ нашъ организмъ для регулированія температуры.

Подобно тому, какъ составныя части мочи не вырабатываются въ почечныхъ канальцахъ, а поступаютъ въ готовомъ видѣ изъ крови, такъ и составныя части пота не вырабатываются клѣтками потовыхъ железъ, а поступаютъ изъ капилляровъ. Какъ и моча, потъ представляетъ собой воду, въ которой растворены мочевины, поваренная соль и др., но въ поту количество растворенныхъ твердыхъ веществъ значительно меньше, чѣмъ въ мочѣ.

Потоотдѣленіе сопровождается обыкновенно (какъ и дѣятельность другихъ железъ) расширеніемъ кожныхъ сосудовъ, покрас-

нѣиємъ кожи; отсюда, однако, не надо заключать, что въ этомъ переполненіи сосудовъ кровью лежитъ причина потоотдѣленія. Наблюденіе показываетъ, что возможно обильное отдѣленіе пота, хотя бы сосуды были сужены и кожа блѣдна: мы имѣемъ въ виду случаи, когда выступаетъ „холодный потъ“ (во время агоніи, при душевныхъ волненіяхъ). Фактъ этотъ объясняется тѣмъ, что при отдѣленіи пота, какъ и при отдѣленіи слюны или желудочнаго сока, принимаютъ участіе не только сосудодвигательные (сосудорасширяющіе) нервы, но и спеціальныя отдѣлительныя нервы.

Дѣйствительно, существуютъ потоотдѣлительныя нервы, оканчивающіеся въ потовыхъ железахъ; эти нервы получаютъ возбужденія изъ потоотдѣлительныхъ центровъ, расположенныхъ по всему протяженію спинного мозга; главный потоотдѣлительный центръ лежитъ въ продолговатомъ мозгу. Раздраженіемъ продолговатаго мозга у кошки удавалось вызвать потоотдѣленіе на всѣхъ четырехъ лапкахъ спустя $\frac{3}{4}$ часа послѣ смерти.

Потоотдѣленіе происходитъ рефлекторно, и обычную картину его можно представить такимъ образомъ: въ жаркую погоду раздраженія, идущія по (тепловымъ) нервамъ кожи, передаются сосудодвигательнымъ и потоотдѣлительнымъ центрамъ, и въ результатѣ получается одновременно расширеніе кожныхъ сосудовъ и усиленная дѣятельность потовыхъ железъ.

Количество отдѣляемаго пота измѣнчиво: оно увеличивается въ жаркую погоду, послѣ усиленной мышечной работы, при употребленіи горячаго питья, подъ вліяніемъ нѣкоторыхъ веществъ (такъ называемыхъ потогонныхъ средствъ), возбуждающихъ потоотдѣлительный центръ.

Такъ какъ обильное потѣніе влечетъ за собой охлажденіе тѣла и освобожденіе крови отъ избытка воды и нѣкоторыхъ вредныхъ веществъ, то въ медицинской практикѣ прибѣгаютъ иногда (теперь гораздо рѣже, впрочемъ, чѣмъ въ прежнія времена) къ искусственному вызыванію пота.

Кожное сало выдѣляется сальными железами. Такъ какъ роль его незначительна, то ограничимся лишь нѣсколькими словами. Сальные железы лежатъ въ кожѣ; выводной протокъ ихъ открывается въ углубленіе кожи, въ которомъ сидитъ волосъ. Гдѣ нѣтъ волосъ (на ладони и подошвѣ), тамъ нѣтъ и сальныхъ железъ. Отдѣленіе кожного сала происходитъ не такъ, какъ отдѣленіе другихъ железъ: кожное сало, состоящее главнымъ образомъ изъ жировъ, образуется не изъ матеріала, доставляемаго кровью, а изъ клѣтокъ самой железы. Бѣлковая протоплазма клѣтокъ погибаетъ, распадается, превращаясь въ жировыя капли. Погибшія клѣтки

выталкиваются черезъ выводной протокъ на поверхность кожи вновь нарастающими сальными клѣтками. Назначеніе кожного сала—служить смазкой для кожи и волосъ, оберегая ихъ такимъ образомъ отъ высыханія и дѣлая ихъ гладкими и блестящими. У зародыша кожное сало обильно покрываетъ все тѣло, что облегчаетъ прохожденіе его черезъ родовые пути.

Молоко.

Составъ молока.—Молочные продукты.—Отдѣленіе молока: его зависимость отъ нервной системы.—Происхожденіе различныхъ составныхъ частей молока.

Къ кожнымъ железамъ принадлежать также **грудныя железы**, которыя у женщинъ отдѣляютъ молоко. Молоко и по назначенію своему, и по способу отдѣленія, и по составу стоитъ совершенно отдѣльно среди другихъ соковъ, выделяемыхъ организмомъ. Оно состоитъ не изъ продуктовъ горѣнія или распада, какъ, напр., моча или потъ, а, наоборотъ, изъ главнѣйшихъ питательныхъ веществъ, содержащихся въ молокѣ въ идеальной по своей удобоваримости формѣ, почему молоко служитъ незамѣнимой пищей для грудного ребенка. Въ молокѣ мы находимъ всѣ вещества, необходимыя для жизни растущаго организма. Въ 100 частяхъ женскаго молока содержится: воды 87 ч., бѣлковъ около 2 ч., жира 4 ч., углеводовъ (молочнаго сахара) 6 ч. и солей $\frac{1}{2}$ ч.

Жиръ въ молокѣ находится въ состояніи нѣжной эмульсіи, что, какъ мы видѣли, способствуетъ его всасыванію. Казеинъ женскаго молока, какъ мы уже имѣли случай отмѣтить, въ желудкѣ осаждается въ видѣ нѣжныхъ хлопьевъ, которые легко переходятъ въ пептонъ и затѣмъ растворяются и всасываются. Среди солей молока мы находимъ всѣ соли человѣческаго тѣла.

При спокойномъ стояніи молока жиръ его, находящійся въ немъ въ формѣ жировыхъ (молочныхъ) шариковъ, всплываетъ на поверхность, образуя сливки. Изъ сливокъ путемъ взбиванія получаютъ масло.

При кипяченіи молоко не свертывается, потому что казеинъ молока не свертывается при нагреваніи. Но если къ молоку прибавить сычужный ферментъ, тогда казеинъ свертывается, и образуется творогъ, причемъ въ сгустокъ казеина захватываются и жировыя капельки. Жидкость, остающаяся послѣ образованія творога, называется молочной сывороткой. Въ молоко, при болѣе или менѣе продолжительномъ стояніи, всегда попадаютъ ба-

циллы (молочнокислые бациллы), которые размножаются и вызывают брожение его, при чемъ молочный сахаръ превращается въ молочную кислоту (скисаніе молока).

При сравненіи состава женскаго молока съ коровьимъ оказывается, что коровье молоко богаче бѣлкомъ и бѣднѣе сахаромъ ¹⁾; вотъ почему его разбавляютъ водою и подслащиваютъ, когда хотятъ приблизить его по составу къ женскому молоку. И тѣмъ не менѣе, несмотря на всѣ наши искусственные приемы, женское молоко остается незамѣнимой пищею для ребенка, такъ какъ казеннѣе женскаго молока легче переваривается.

Что касается процесса отдѣленія молока, то въ виду нѣкоторыхъ фактовъ необходимо признать зависимость его отъ дѣятельности нервной системы. Отдѣленіе молока начинается, какъ извѣстно, въ послѣдніе дни беременности. Далѣе, во время кормленія обычно отсутствуютъ менструаціи. Эта тѣсная связь между состояніемъ половыхъ органовъ и работою грудныхъ железъ осуществляется вѣроятно всего при помощи нервной системы. Несомнѣнное вліяніе душевныхъ волненій на качество и количество выдѣляемаго молока также подтверждаетъ мысль о зависимости отдѣленія молока отъ нервной системы.

Изъ какого матеріала образуются составныя части молока? Въ молоко мы находимъ казеннѣе, котораго въ крови нѣтъ; онъ образуется изъ бѣлковъ крови путемъ ихъ химическаго измѣненія въ клѣткахъ грудной железы. Далѣе, въ молоко мы находимъ такъ называемые молочные шарики, или жировыя капли, плавающія въ жидкости. Откуда берется жиръ молока? Здѣсь предъ нами процессъ, напоминающій способъ образованія кожного сала. Какъ и въ салныхъ железахъ, грудныя железистыя клѣтки распадаются съ образованіемъ жира, и отдѣльныя жировыя глыбки отторгаются и попадаютъ въ просвѣтъ железы. Вотъ почему увеличеніе жира въ молоко достигается не столько обильной доставкой кормилицы жира, сколько увеличеніемъ бѣлка въ пищу. Жиръ молока получается не изъ жировъ пищи, а изъ распадающейся протоплазмы железистыхъ клѣтокъ. Молочный сахаръ образуется изъ сахара крови; если пища кормилицы богата углеводами (растительная пища), то количество сахара въ молоко увеличивается. Надо замѣтить, что вообще для поддержанія отдѣленія молока необходимо позаботиться объ обильномъ введеніи жидкости.

1) Въ 100 частяхъ коровьяго молока содержится: воды 87 ч., бѣлковъ 3 ч., жира 4 ч., молочнаго сахара 5 ч. и солей около 1 ч.

Физиологія железъ съ внутреннимъ отдѣленіемъ (внутренней секреціей).

Эпителиальная железистая ткань всюду, гдѣ она находится въ нашемъ тѣлѣ, имѣетъ одно назначеніе: вырабатывать или выдѣлять различныя жидкости или соки. Но и дѣйствіе, и судьба этихъ соковъ разнообразны. Одни изъ нихъ выдѣляются на поверхность полостей и, какъ, напримѣръ, пищеварительные, исполняютъ очень важную для организма работу (такъ называемые секреты). Другіе, какъ моча или потъ, являются жидкостями, въ которыхъ растворены продукты распада, излишнія или даже вредныя для организма: онѣ удаляются изъ него (такъ называемыя выдѣленія, или экскреты). Наконецъ, третьи не удаляются изъ тѣла и не выдѣляются въ какую-либо полость, а поступаютъ изъ железистыхъ клѣтокъ, которыя ихъ вырабатываютъ, въ кровеносные сосуды и потокомъ крови уносятся въ общій кругъ кровообращенія. Железы, вырабатывающія послѣдняго рода соки, получили названіе железъ съ внутренней секреціей.

Итакъ, подъ внутренней секреціей мы разумѣемъ поступленіе соковъ, вырабатываемыхъ пзвѣстными железами, въ кровеносную систему.

Каково назначеніе этихъ соковъ, какую роль играютъ они въ жизни организма? Въ настоящее время невозможно дать точный и исчерпывающій отвѣтъ на этотъ вопросъ, такъ какъ много еще въ немъ темнаго и невыясненнаго, но различныя факты говорятъ въ пользу того, что эти соки и, слѣдовательно, железы, ихъ вырабатывающія, являются такими же защитительными средствами организма, орудіями борьбы, какъ лейкоциты и плазма крови, какъ кожный покровъ, съ той лишь разницей, что посредствомъ внутренней секреціи наше тѣло защищается не отъ внѣшнихъ враговъ, а отъ самого себя. Дѣйствительно, нормальная жизнь нашего тѣла таитъ уже въ себѣ опасности для организма, такъ какъ даже вполне правильная работа тканей (мышцъ, мозга) приводитъ къ образованію вредныхъ или ядовитыхъ продуктовъ (особенно ихъ много образуется въ толстыхъ кишкахъ вслѣдствіе броженія и гніенія пищи). Эти яды всасываются и поступаютъ въ кровь: организму грозитъ самоотравленіе, и вотъ на помощь является внутренняя секреція. Поступая въ кровь, соки, благодаря особымъ, раствореннымъ въ нихъ веществамъ, уничтожаютъ или обезвреживаютъ попавшіе въ кровеносные сосуды яды и такимъ образомъ охраняютъ организмъ отъ грозящей ему опасности. Впрочемъ, однимъ обезвреживающимъ дѣйствіемъ не исчерпывается, какъ мы увидимъ, значеніе внутренней секреціи.

По вопросу о железахъ съ внутренней секреціей въ настоящее время накопилось огромное количество фактовъ и наблюдений, но многіе изъ нихъ противорѣчивы. Въ дальнѣйшемъ изложеніи я приведу лишь тѣ, которые можно считать прочно установленными: они касаются дѣятельности щитовидной железы, надпочечныхъ железъ, печени и поджелудочной железы.

Щитовидная железа расположена на передней поверхности шеи, прикрывая нижнюю и боковую части гортани. Она состоитъ изъ долекъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга соединительной тканью; каждая долька составлена изъ пузырьковъ, выстланныхъ цилиндрическимъ эпителиемъ. Удаленіе щитовидной железы у животнаго влечетъ за собой смерть; болѣзненные пораженія или недостаточное развитіе щитовидной железы у человѣка сопровождалось глубокими расстройствами умственныхъ способностей вплоть до идиотизма и появленіемъ общаго отека кожи вслѣдствіе пропитыванія ея слизью (такъ называемая микседема). Такія же измѣненія появлялись и послѣ хирургическаго удаленія щитовидной железы, которое раньше примѣнялось при болѣзненномъ увеличеніи этого органа (такъ называемомъ зобѣ), такъ что пришлось отъ подобной операціи отказаться. Перечисленные факты указываютъ на огромное значеніе щитовидной железы для правильнаго питанія и жизни организма. Такъ какъ болѣзненные явленія, наступающія при пораженіяхъ щитовидной железы или удаленіи ея, можно ослабить внутренними приемами ея, то въ настоящее время предполагаютъ, что щитовидная железа вырабатываетъ вещество, которое, поступая въ кровь, уничтожаетъ вредное вліяніе какого-то яда.

При поврежденіи или удаленіи железы ядъ, болѣе не обезвреживаемый, проявляетъ свое пагубное дѣйствіе на нервную систему и общее питаніе. Недавно удалось добыть изъ вытяжки щитовидной железы особое вещество, представляющее собой соединеніе іода съ какимъ-то неизвѣстнымъ органическимъ тѣломъ („тиреоидинъ“). Вещество это нашло примѣненіе въ медицинѣ.

Въ самые послѣдніе годы вниманіе врачей и изслѣдователей привлекли къ себѣ небольшія железки, заложенные или въ самой щитовидной железн, или по сосѣдству съ ней (*glandulae parathyreoideae*); онѣ отличаются отъ щитовидной железы и по своему строенію и по своей дѣятельности. Удаленіе ихъ вызывало у животныхъ появленіе общихъ судорогъ. Роль ихъ въ настоящее время недостаточно выяснена.

Надпочечныя железы у человѣка расположены надъ

верхнимъ краемъ почекъ. Удаленіе обѣихъ железъ у нѣкоторыхъ животныхъ вызываетъ смерть при явленіяхъ мышечной слабости и рѣзкаго паденія кровяного давленія. Впрыскиваніе въ кровеносные сосуды животнаго вытяжки надпочечныхъ железъ вызывало повышеніе кровяного давленія. Въ настоящее время изъ вытяжки надпочечниковъ добыто вещество—адреналинъ, вызывающее, при введеніи его въ кровь даже въ ничтожнѣйшей дозѣ, суженіе сосудовъ и повышеніе кровяного давленія, благодаря чему адреналинъ нашелъ широкое примѣненіе въ хирургіи, какъ кровеостанавливающее средство.

Работа надпочечныхъ железъ заключается въ томъ, чтобы вырабатывать адреналинъ и отдавать его крови, гдѣ онъ, повидимому, обезвреживаетъ какія-то ядовитыя вещества и поддерживаетъ на извѣстной высотѣ кровяное давленіе ¹⁾.

Печень, помимо желчи, вырабатываетъ также вещества, поступающія въ кровь и играющія немаловажную роль въ экономіи организма. Такимъ образомъ, этотъ удивительный по разнообразію своей работы железистый органъ обладаетъ также способностью внутренней секреціи. Мы говорили уже, что въ печеночныхъ клѣткахъ откладывается гликогенъ—вещество, подобное крахмалу. Отвѣчая потребностямъ нашихъ клѣтокъ въ горючемъ матеріалѣ, печень превращаетъ гликогенъ снова въ сахаръ, который поступаетъ въ кровь печеночныхъ венъ, а отсюда токомъ крови доставляется различнымъ тканямъ. Количество сахара, поступающее каждый разъ изъ печени въ кровь, очень незначительно, такъ какъ въ крови здороваго человѣка сахара очень мало (не больше одной части сахара на тысячу частей крови), и даже незначительное превышеніе нормальнаго содержанія сахара въ крови влечетъ за собой выдѣленіе его съ мочей (діабетъ) и, слѣдовательно, совершенную потерю этого цѣннаго для организма питательнаго матеріала. Но хотя въ кровь изъ печени каждый разъ поступаетъ ничтожное количество сахара, тѣмъ не менѣе за сутки сахара въ печени образуется довольно много—у человѣка нѣсколько болѣе фунта.

Фактъ этотъ станетъ понятнымъ, если принять во вниманіе, что черезъ печень протекаетъ огромное количество крови, что кровь

¹⁾ У человѣка болѣзненное пораженіе надпочечниковъ (вызываемое большей частью туберкулезными бациллами) влечетъ такъ называемую Адиссонову или бронзовую болѣзнь, характеризующуюся различными нервными расстройствами, мышечной слабостью и бронзовой окраской кожи.

эта находится въ непрерывномъ движеніи, постоянно смѣняясь, и такимъ образомъ черезъ печень въ теченіе сутокъ протекаетъ много пудовъ крови.

На выработку печеночными клѣтками сахара вліяетъ несомнѣнно нервная система, что доказывается опытомъ такъ называемаго сахарнаго укола, произведеннаго впервые знаменитымъ французскимъ физиологомъ Клодъ-Бернаромъ. Уколъ въ определенное мѣсто продолговатаго мозга вызываетъ появленіе спустя нѣкоторое время сахара въ мочѣ. Очевидно, изъ продолговатаго мозга при уколѣ посылаются, по неизслѣдованнымъ еще нервнымъ путямъ, возбужденія къ печеночнымъ клѣткамъ, которыя начинаютъ усиленно вырабатывать сахаръ, и послѣдній, поступая въ кровь въ увеличенномъ противъ нормы размѣрѣ, выдѣляется съ мочей. Что при этомъ уколѣ нарушается дѣятельность печени, доказываетъ слѣдующее наблюденіе: если у лягушки послѣ укола удалить печень, то выдѣленіе сахара не наступаетъ. Мы узнаемъ скоро, что на образованіе сахара печенью вліяетъ, кромѣ нервной системы, еще и поджелудочная железа.

Далѣе, печень способна еще инымъ образомъ измѣнять составъ крови: она имѣетъ для крови значеніе очищающаго и обезвреживающаго фильтра. Эта роль печени, какъ фильтра, должна имѣть для организма тѣмъ большее значеніе, что по воротной венѣ черезъ печень направляется вся кровь, оттекающая изъ пищеварительнаго канала. Такимъ образомъ ядовитыя вещества, образующіяся при гніеніи пищи въ кишкахъ, всасываясь и поступая въ кровеносную систему, не могутъ попасть въ кругъ кровообращенія, не пройдя предварительно черезъ печень, гдѣ они видоизмѣняются и обезвреживаются.

Такъ, мы знаемъ, обезвреживается амміакъ, который образуется при распадѣ бѣлковъ: въ печени онъ превращается въ безвредную мочевины, которая токомъ крови уносится къ почкамъ и послѣдними выдѣляется съ мочей изъ организма. Но и другіе яды также теряютъ свое дѣйствіе, проходя черезъ печень. Опытъ показываетъ, что лягушки съ вырѣзанной печенью погибаютъ отъ такихъ дозъ ядовъ (морфія, никотина), которыя у нормальныхъ лягушекъ не вызываютъ смерти, благодаря тому, что у послѣднихъ ядъ, принятый внутрь, попадаетъ изъ кишечника въ кровь и приносится въ печень, которая его обезвреживаетъ.

Поджелудочная железа. Кромѣ пищеварительнаго сока, поступающаго въ двѣнадцатиперстную кишку, поджелудочная железа вырабатываетъ еще вещества, поступающія въ кровь. Эти вещества обладаютъ способностью задерживать образованіе сахара

въ печени; благодаря имъ, поджелудочная железа играетъ роль органа, регулирующаго производство сахара и поступленіе его въ кровь. Удаленіе поджелудочной железы или даже перевязка лишь ея венъ влекутъ за собой перепроизводство сахара печенью, избыточное поступленіе его въ кровь и выдѣленіе его съ мочей, т. е. картину сахарнаго мочеизнуренія (діабета).

Причина этого, искусственно вызываемаго у животнаго, діабета заключается въ томъ, что какъ при удаленіи поджелудочной железы, такъ и при перевязкѣ ея венъ въ кровь перестаютъ поступать вырабатываемыя поджелудочной железой вещества, задерживающія сахарообразовательную дѣятельность печени.

Слѣдуетъ отмѣтить, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ діабета у людей находили пораженіе поджелудочной железы.

ОБМѢНЪ ВЕЩЕСТВЪ.

I.

Въ чемъ заключается обмѣнъ веществъ?—Особенности обмѣна веществъ въ голодающемъ организмѣ.

Физиологія дыханія выяснила намъ, какимъ образомъ при посредствѣ легкихъ и крови происходитъ обмѣнъ газами между клѣтками нашего тѣла и окружающимъ воздухомъ. Изученіе физиологіи пищеваренія, всасыванія и выдѣленія познакомило насъ съ другого рода обмѣномъ, постоянно совершающимся между клѣтками тѣла и внѣшнимъ міромъ. Изъ окружающаго міра растений и животныхъ мы получаемъ пищевыя вещества, которыя, подвергшись переработкѣ въ пищеварительномъ каналѣ, поступаютъ въ кровь, дѣлаются составными частями ея и доставляются всѣмъ клѣткамъ въ качествѣ горючаго и строительнаго матеріала. Въ клѣткахъ же идетъ непрерывный процессъ горѣнія, и продукты распада, отбросы, постоянно удаляются изъ организма. Взамѣнъ сложныхъ веществъ, принятыхъ нами—бѣлковъ, углеводовъ и жировъ—мы выдѣляемъ сравнительно простыя тѣла: воду, углекислоту, мочевины и др.

Вотъ этотъ взаимный обмѣнъ между живымъ организмомъ и окружающимъ міромъ и носитъ названіе обмѣна веществъ. Обмѣнъ веществъ свойственъ какъ самымъ сложнымъ живымъ существамъ, такъ и самымъ простымъ одноклѣточнымъ. Мы не можемъ представить себѣ жизни безъ обмѣна веществъ, какъ немыслима жизнь безъ газоваго обмѣна. И это потому, что въ обмѣнѣ веществъ лежитъ источникъ жизни, такъ какъ происходящій при этомъ обмѣнѣ распадъ сложныхъ органическихъ соединений на болѣе простыя сопровождается образованіемъ теплоты и другихъ силъ, которыя и превращаются въ живыя силы организма.

Жизнь человѣка можетъ быть съ извѣстной точки зрѣнія разсматриваема, какъ прихода-расходная книга. Мы принимаемъ съ пищей извѣстное количество воды, солей, бѣлковъ, углеводовъ, жировъ—это нашъ приходъ; мы выдѣляемъ извѣстное количество воды, углекислоты, мочевины и непереваренныхъ пищевыхъ веществъ—это нашъ расходъ. Если приходъ нашъ равенъ расходу,

если организмъ разрушаетъ въ себѣ столько, сколько получаетъ—тогда вѣсъ не измѣняется, тѣло находится въ состояніи равновѣсія; если траты превышаютъ приходъ—тѣло убываетъ въ вѣсѣ; если, наконецъ, приходъ не только покрываетъ траты, но превосходить ихъ—тѣло прибываетъ въ вѣсѣ. Наростаніе вѣса можетъ обусловиться или накопленіемъ въ тѣлѣ углеводовъ и жира, или усиленнымъ размноженіемъ и увеличеніемъ размѣровъ живыхъ клѣтокъ тѣла, т. е. ростомъ организма. Вы замѣчаете, какое глубокое различіе между первой и второй формой увеличенія вѣса. Ростъ независимъ отъ нашей воли, отъ нашего воздѣйствія; клѣткамъ тѣла свойственна извѣстная способность къ размноженію: сколько ни подвезете съ пищей бѣлковъ, клѣтки возьмутъ лишь столько, сколько имъ нужно, излишекъ сгоритъ и выдѣлится вонъ. Наоборотъ, накопленіе углеводовъ и жира въ значительной степени зависитъ отъ качества и количества принимаемой пищи, отъ діеты.

Къ интереснымъ выводамъ приводитъ изученіе обмѣна веществъ у голодающаго. Голодающее животное (или человекъ) представляетъ собой организмъ, лишенный источника дохода извнѣ. Онъ бы не страдалъ, если бы онъ не долженъ былъ тратить. Но пока организмъ проявляетъ признаки жизни, траты неизбежны. Сердце должно продолжать биться, дыхательныя мышцы и діафрагма должны совершать свою работу, не можетъ прекратиться и дѣятельность нервной системы, тѣло должно быть нагрѣто не ниже извѣстной температуры, нѣкоторые соки (желчь, слюна) непрерывно выдѣляются. Вся эта сложная работа, не прекращающаяся и въ голодающемъ организмѣ, связана съ расходами, съ тратой горючаго матеріала, тратой, которая, какъ показываютъ изслѣдованія, только немногимъ меньше (на 10%) траты нормально питающагося человека въ состояніи покоя. Но изъ какихъ источниковъ голодающій организмъ покрываетъ свой расходъ? Лишенный доходовъ извнѣ, онъ тратитъ прежде всего свои сбереженія. Уже въ первые дни голоданія опустошаются его запасные магазины: жиръ и гликогенъ уходятъ изъ кладовыхъ (печени и подкожной клѣтчатки), поступаютъ въ кровь и разносятся по тѣлу. Потеря въ вѣсѣ зависитъ въ значительной степени отъ исчезновенія жира. Затѣмъ, когда сбереженія истощены, организмъ начинаетъ жить на счетъ бѣлка своихъ собственныхъ клѣтокъ, онъ самъ себя пожираетъ. Это самопожираніе совершается съ извѣстной послѣдовательностью. Вы могли бы предположить, что наиболѣе работающіе органы (сердце, мозгъ) больше другихъ тратятъ, больше другихъ падаютъ въ вѣсѣ, а меньше всего терпятъ органы бездѣйствующіе (кости, кожа). На дѣлѣ происходитъ обратное. Живой организмъ

оказывается приспособленнымъ и къ борьбѣ съ голодомъ: наиболѣе цѣнные и работающіе органы сохраняются невредимыми и до самой смерти почти не убываютъ въ своемъ вѣсѣ; тратятся же главнымъ образомъ тѣ органы, которые меньше работаютъ, мало нужны для сохраненія жизни. Такимъ образомъ больше всего худѣютъ, теряютъ въ вѣсѣ мышцы (за исключеніемъ дыхательныхъ мышцъ и сердечной), затѣмъ слѣдуютъ кости, кожа, печень и др. Сердце и центральная нервная система остаются нетронутыми, они живутъ на счетъ бѣлковъ другихъ органовъ, которые распадаются, поступаютъ въ кровь и разносятся въ качествѣ питательнаго матеріала. Ради сохраненія жизни на возможно болѣе продолжительное время бездѣятельные органы приносятся въ жертву, становясь питательнымъ матеріаломъ для дѣятельныхъ органовъ. Согласно изложенному взгляду, обмѣнъ веществъ въ голодающемъ организмѣ приводитъ къ тому, что одни органы въ немъ живутъ на счетъ другихъ. Что подобный фактъ самъ по себѣ въ живой природѣ возможенъ, доказываетъ слѣдующій замѣчательный примѣръ: рейнскій лосось, обычно живущій въ морѣ, во время метанія икры направляется вверхъ по Рейну. Въ теченіе своего 6—9-тимѣсячнаго путешествія по прѣснымъ водамъ рыба эта совершенно голодаетъ, при этомъ мышцы ея (спинныя) сильно уменьшаются (атрофируются), между тѣмъ какъ половые органы развиваются до громадныхъ размѣровъ. Здѣсь важный въ данный моментъ жизни лосося органъ "питается и растетъ на счетъ менѣе важныхъ частей тѣла.

II.

Сравнительная оцѣнка составныхъ частей нашей пищи: воды, солей, бѣлковъ, углеводовъ и жировъ.—Нормальный рационъ.—Растительная (вегетарианская) и животная пища.

Наша пища состоитъ изъ воды, солей, бѣлковъ, углеводовъ и жировъ. Разсмотримъ значеніе каждой изъ перечисленныхъ частей пищи, произведемъ сравнительную оцѣнку ихъ.

Вода и соли необходимы для поддержанія жизни; онѣ не измѣняются въ нашемъ тѣлѣ, въ такомъ же видѣ оставляютъ его, въ какомъ поступаютъ; онѣ не сгораютъ и, слѣдовательно, не служатъ источникомъ тепла, не служатъ источникомъ силъ для организма. Вотъ почему ихъ нельзя назвать питательными веществами. И тѣмъ не менѣе безъ нихъ жизнь невозможна. Гдѣ нѣтъ воды, тамъ нѣтъ жизни: высушенное сердце лягушки перестаетъ биться, совершенно сухая, лишенная воды, клѣтка не можетъ жить. Вода составляетъ $\frac{1}{2}$ вѣса нашего тѣла, она необходима, какъ составная часть пище-

варительныхъ соковъ, для растворенія пищи; въ ней растворены твердыя части крови и мочи. Точно также необходимы для организма и соли, которыя входятъ въ составъ каждой живой клѣтки. Поэтому количество воды и солей, которое организмъ теряетъ съ выдѣленіями (мочей, потомъ), должно быть пополнено изъ принимаемой пищи.

Бѣлки являются, какъ мы уже говорили, той необходимой частью пищи, которую нельзя изъ нея исключить. Въ организмѣ всегда происходитъ трата бѣлка, трата протоплазмы (клѣтки изнашиваются, умираютъ, бѣлки идутъ на образованіе ферментовъ); эту трату необходимо пополнить. Но пополнить ее организмъ можетъ только путемъ превращенія мертвого бѣлка пищи въ живой бѣлокъ клѣтокъ.

Слѣдовательно, какую бы діету мы ни устанавливали, извѣстное количество бѣлка должно непременно входить въ ее составъ. Если это такъ, если бѣлки составляютъ ничѣмъ незамѣнимую часть нашей пищи, то нельзя ли исключить изъ пищи углеводы и жиры и питаться одними бѣлками? При такомъ положеніи бѣлки, вводимые въ большомъ количествѣ, частью шли бы на пополненіе тратъ бѣлка, частью, сгорая, служили бы источникомъ теплоты. Если Вы возразите, что бѣлокъ, какъ горючій матеріалъ, стоитъ ниже, напр., жира, то вѣдь съ другой стороны Вамъ уже извѣстно, что въ организмѣ принятый съ пищей бѣлокъ можетъ превратиться въ жиръ или гликогенъ. Слѣдовательно, многое говоритъ за возможность исключительно бѣлковой діеты. Но практически она не цѣлесообразна, такъ какъ наши пищеварительные соки не въ состояніи переваривать большихъ количествъ бѣлковъ. Значительная часть бѣлка осталась бы непереваренной и подверглась бы въ толстыхъ кишкахъ броженію и гніенію. Кромѣ того накопленіе въ крови большихъ количествъ продуктовъ сгоранія бѣлковъ (мочевины, мочевой кислоты и др.) вызываетъ въ организмѣ цѣлый рядъ болѣзненныхъ явленій, составляющихъ сущность страданія, извѣстнаго подъ названіемъ подагры.

Углеводы и жиры не могутъ идти на построеніе клѣтокъ, они являются источникомъ тепла для организма. Сгорая въ клѣткахъ нашего тѣла, они распадаются на углекислоту и воду, и это горѣніе, этотъ распадъ сопровождается образованіемъ значительнаго количества теплоты. Такимъ образомъ, если бѣлки главнымъ образомъ цѣнны, какъ строительный матеріалъ, то углеводы и жиры цѣнны, какъ горючій матеріалъ. Надо при этомъ замѣтить, что, какъ горючій матеріалъ, жиръ стоитъ выше, чѣмъ углеводы и бѣлки, такъ какъ при сгораніи опредѣленнаго количества жира

образуется почти въ $2\frac{1}{2}$ раза больше теплоты, чѣмъ при сгораніи въ нашемъ тѣлѣ такого же количества бѣлковъ или углеводовъ ¹⁾. При такихъ условіяхъ является, естественно, вопросъ: не слѣдуетъ ли питаться только бѣлками и жиромъ (напр., жирнымъ мясомъ, яйцами) и исключить изъ пищи углеводы? Бѣлки шли бы на восстановление разрушенныхъ клѣтокъ, на возмѣщеніе неизбѣжныхъ потерь бѣлка, а жиры—на горѣніе, служа источникомъ необходимой организму теплоты. Дѣйствительно, тамъ, гдѣ человѣку приходится особенно заботиться о теплѣ, напр., въ холодныхъ странахъ, такой составъ пищи (у эскимосовъ) является обычнымъ. Но при условіяхъ нашей жизни исключеніе углеводовъ изъ пищи было бы нецѣлесообразно. Для того, чтобы все количество теплоты, въ которомъ нуждается организмъ, извлечь исключительно изъ жировъ, необходимо ввести чрезмѣрное количество ихъ; между тѣмъ жиръ, какъ Вамъ извѣстно, не легко переваривается и не легко всасывается. Вотъ тѣ основанія, почему въ качествѣ горючаго матеріала удобно пользоваться углеводами, прибавляя къ нимъ лишь небольшое количество жира.

На основаніи изложеннаго, мы приходимъ къ заключенію, что нормально въ пищу должны входить и бѣлки, и углеводы, и жиры.

Что касается количествъ, въ которыхъ должны входить эти вещества въ составъ нашей пищи, то при умѣренной работѣ человѣкъ средняго вѣса ($4-4\frac{1}{2}$ пуда) нуждается въ обязательной доставкѣ 80 гр. бѣлка; углеводы и жиры можно брать въ различныхъ комбинаціяхъ, такъ какъ, въ качествѣ горючаго матеріала, они могутъ замѣнять другъ друга. Надо лишь помнить при подобной замѣнѣ, что 1 гр. жира равноцѣненъ $2\frac{1}{2}$ гр. углевода, такъ какъ въ любомъ количествѣ жира, какъ было уже сказано, заключено въ скрытомъ видѣ въ $2\frac{1}{2}$ раза больше тепловой силы, чѣмъ въ такомъ же количествѣ углевода. Для человѣка въ $4\frac{1}{2}$ пуда вѣса при умѣренной работѣ слѣдующее сочетаніе питательныхъ веществъ можетъ быть признано вполне достаточнымъ: бѣлка—80 граммовъ, жира—90 гр. и углеводовъ—400 гр.

¹⁾ Количество теплоты, образующейся при сгораніи какого-либо вещества, измѣряется посредствомъ калорій. Различаютъ большую и малую калорію. Большой калоріей условились обозначать количество теплоты, которое необходимо, чтобы нагрѣть 1 килограммъ воды (около 4—5 стакановъ) съ 0° до 1° Ц., малой калоріей—количество теплоты, которое необходимо, чтобы такимъ же образомъ нагрѣть 1 граммъ воды.

Исслѣдованія показываютъ, что 1 гр. жира, сгорая въ организмѣ, даетъ 9,3 б. калорій, 1 гр. углевода—4,1 б. кал., 1 гр. бѣлка (который въ организмѣ сгораетъ только до органическаго тѣла, мочевины, могущей вытѣсниться изъ организма еще горѣть и давать теплоту)—4,1 б. калорій.

Указанныя три группы питательныхъ веществъ (бѣлки, углеводы и жиры) не имѣются въ чистомъ видѣ: мы находимъ ихъ смѣшанными другъ съ другомъ, въ различныхъ отношеніяхъ, въ растительныхъ и животныхъ продуктахъ. Животная пища (мясо, яйца, масло и т. п.) богата бѣлками и жиромъ, но въ ней совершенно отсутствуютъ углеводы; наоборотъ, растительныя пищевыя вещества содержатъ въ себѣ большія количества углеводовъ (клетчатки, крахмала), мало бѣлковъ и очень бѣдны жирами. Кромѣ того, необходимо прибавить, что растительныя бѣлки труднѣе перевариваются, чѣмъ животныя. Слѣдовательно, для полученія нужныхъ намъ бѣлковъ и жира удобнѣе всего обращаться къ животнымъ продуктамъ, для полученія углеводовъ—къ растительнымъ. Питаніе исключительно растительной пищей, вегетарианскій столъ, представляетъ для нашихъ пищеварительныхъ органовъ большія затрудненія. Необходимое для организма количество бѣлковъ (80—100 гр.) вегетарианцу приходится извлекать изъ растительныхъ продуктовъ, въ которыхъ бѣлки содержатся въ скудныхъ размѣрахъ; и ради бѣлковъ онъ вынужденъ принимать громадныя количества крахмала и трудно перевариваемой клетчатки. Вегетарианскій столъ обременяетъ кишечникъ, задаетъ ему чрезмерную работу. Для того, чтобы проповѣдь вегетарианцевъ имѣла успѣхъ, необходимы усовершенствованія въ кулинарномъ искусствѣ, и необходимо приспособленіе человѣческаго кишечника въ ряду поколѣній къ перевариванію большихъ количествъ пищи. Съ другой стороны, исключительное питаніе животной пищей должно также привести къ вреднымъ послѣдствіямъ, такъ какъ такое питаніе равносильно питанію бѣлками и жиромъ съ исключеніемъ изъ пищи углеводовъ, а мы уже видѣли, къ какимъ результатамъ такое исключеніе приводитъ.

Животная теплота.

Человѣкъ сохраняетъ постоянно почти одну и ту же температуру (около 37° Ц.). Въ отличіе отъ мертвыхъ тѣлъ и такъ называемыхъ холоднокровныхъ животныхъ, температура которыхъ измѣняется въ зависимости отъ измѣненія температуры окружающей среды, человѣкъ, какъ и большинство млекопитающихъ (такъ называются теплокровныя животныя), не зависима въ своей температурѣ отъ температуры окружающей его среды. Въ холодное и жаркое время года, въ полярныхъ странахъ и тропическихъ температура человѣческаго тѣла одна и та же. Если примемъ во вниманіе, что въ организмѣ всегда происходитъ горѣніе и вырабатывается теплота,

то, очевидно, указанное постоянство температуры можетъ быть достигнуто только однимъ путемъ: сколько въ тѣлѣ производится теплоты, столько должно расходоваться, или, иными словами, приходъ и расходъ теплоты должны уравниваться другъ друга. Источники прихода теплоты намъ извѣстны—это сгораніе въ клѣткахъ бѣлковъ, углеводовъ и жировъ, приносимыхъ кровью ¹⁾. Гдѣ лежатъ источники неизбѣжныхъ постоянныхъ расходовъ? Во-первыхъ, тѣло теряетъ теплоту, отдавая ее по общему физическому закону окружающему воздуху, который обыкновенно холоднѣе его, и чѣмъ разница между его температурой и температурой среды больше, тѣмъ отдача теплоты должна ити усиленнѣе. Во-вторыхъ, теплота тѣла тратится на согрѣваніе вдыхаемаго воздуха, который холоднѣе выдыхаемаго; далѣе, постоянное отдѣленіе пота, сопровождающееся испареніемъ его, какъ мы уже указали, отнимаетъ у тѣла теплоту. Существуютъ еще другіе источники менѣе значительныхъ расходовъ теплоты (согрѣваніе пищи и др.). Такимъ образомъ, на ряду съ постояннымъ образованіемъ теплоты идетъ непрерывное расходованіе ея. Количество образующейся въ тѣлѣ теплоты отъ сгоранія органическихъ веществъ такъ велико, что если бы она не расходовалась, температура человѣческаго тѣла въ теченіе 1½ сутокъ достигла бы точки кипѣнія, и человѣкъ сгорѣлъ бы на собственномъ огнѣ. Только благодаря тому, что расходъ теплоты, или теплоотдача, равенъ приходу, или теплопроизводству, и возможенъ фактъ постоянства температуры

¹⁾ Мы даже можемъ теперь точно опредѣлить размѣры этого прихода. Зная, сколько тепла образуется при сгораніи 1 гр. бѣлка, углевода и жира, нетрудно вычислить, сколько теплоты дастъ при сгораніи вся принятая въ теченіе сутокъ пища. Такъ, напримѣръ, приведенный выше нормальный пищевой рационъ, заключающій въ себѣ 80 гр. бѣлка, 90 гр. жира и 400 гр. углеводовъ, при сгораніи въ организмъ дастъ: $80 \times 4,1 + 90 \times 9,3 + 400 \times 4,1 = 328 + 837 + 1640 = 2805$ большихъ калорій. Слѣдовательно, при достаточномъ питаніи въ тѣлѣ умѣренно работающаго человѣка въ теченіе сутокъ образуется около 2800 большихъ калорій, что составляетъ такое количество тепла, котораго было бы достаточно, чтобы 2 пуда воды, охлажденной до 0°, нагрѣть до кипѣнія. Такое же количество тепла умѣренно работающій человѣкъ въ теченіе сутокъ тратитъ. При большемъ вѣсѣ тѣла и при болѣе напряженной работѣ траты тепла возрастаютъ, и соотвѣтственно повышенному расходу организмъ нуждается въ доставкѣ съ пищей большаго количества горючихъ, т. е. органическихъ, веществъ.

Отсюда вытекаетъ важная задача для современнаго врача: предписывая больному извѣстный образъ питанія, онъ долженъ не только считаться съ качествомъ рекомендуемыхъ имъ пищевыхъ веществъ, въ отношеніи ихъ перевариванія и усвоенія, но и долженъ имѣть въ виду количество тепла, количество калорій, которое указываемый имъ составъ пищи въ состояніи дать при сгораніи.

нашего тѣла. Но какимъ образомъ это постоянство сохраняется, когда внѣшнія условія измѣняются, напримѣръ, зимой, когда человеческое тѣло должно терять, въ силу разницы между его температурой и окружающей, много теплоты? Если бы человѣческій организмъ не былъ въ состояніи измѣнить свой приходъ и расходъ теплоты, очевидно, зимой онъ обреченъ былъ бы на замерзаніе. Но на самомъ дѣлѣ организмъ обладаетъ способностью увеличивать и уменьшать какъ производство теплоты, такъ и ея траты. И онъ пользуется обоими путями для того, чтобы при измѣненіи окружающей температуры сохранить неизмѣнной свою. Зимой на холодѣ мы производимъ, частью сознательно, частью безсознательно, энергичныя движенія (дрожимъ, потираемъ руки, хлопаемъ, переступаемъ съ ноги на ногу); эта усиленная мышечная работа сопровождается усиленнымъ горѣніемъ и, слѣдовательно, увеличеніемъ теплопроизводства. Такимъ путемъ мы зимой увеличиваемъ свой приходъ теплоты. Но рядомъ съ этимъ организмъ всѣми силами борется противъ повышенной отдачи, противъ чрезмѣрнаго расходованія теплоты. Кожные сосуды сужены, приливъ крови къ кожѣ ограниченъ, и кровь, уходя внутрь, приливая къ внутреннимъ органамъ, какъ бы прячется отъ холода и меньше теряетъ теплоты, а такъ какъ кровь есть та жидкость, которая согрѣваетъ наше тѣло, слѣдовательно, и тѣло теряетъ такимъ образомъ меньше теплоты. Потоотдѣленіе зимой незначительно, и этимъ путемъ также уменьшается расходъ теплоты. На помощь приходятъ жилия, отопливаемые помѣщенія и мѣховая одежда, плохо проводящая теплоту, т. е. не легко отдающая ее. Шуба грѣетъ насъ не тѣмъ, что въ ней заключается источникъ теплоты, а тѣмъ, что черезъ шубу теплота нашего тѣла не легко переходитъ въ окружающую холодную среду.

Лѣтомъ тѣло наше находится въ противоположныхъ условіяхъ. Разница между нашей температурой и окружающей незначительна, ея даже можетъ совсѣмъ не быть; слѣдовательно, расходъ нашъ въ видѣ передачи теплоты окружающему воздуху ограниченъ или совсѣмъ отсутствуетъ; если организмъ не приметъ мѣръ, ему грозитъ перегрѣваніе. И организмъ борется противъ этой опасности такимъ же образомъ, какъ онъ борется зимой противъ грозящаго ему охлажденія. Вполнѣ понятно, что мѣры, которыя онъ лѣтомъ принимаетъ, противоположны тѣмъ, которыя онъ принимаетъ зимой. Чтобы не дать повыситься своей температурѣ лѣтомъ, организмъ уменьшаетъ размѣры теплопроизводства и старается возможно больше тратить свое тепло. Уменьшеніе производства теплоты достигается ограниченіемъ мышечной и нервной дѣятельности: всѣмъ извѣстно, какъ трудно заставить себя въ жаркіе дни заняться физическимъ или

умственнымъ трудомъ. Лѣтомъ мы ѣдимъ меньше, чѣмъ зимой, слѣдовательно, ограничиваемъ притокъ горячаго матеріала. Кстати, отмѣтимъ здѣсь отвращеніе, испытываемое нами лѣтомъ къ жирной пищѣ, которую мы охотно принимаемъ зимой. Если Вы припомните, что жиръ является лучшимъ горючимъ матеріаломъ, то указанный фактъ для Васъ станетъ понятнымъ. Трата тепла лѣтомъ повышается главнымъ образомъ путемъ усиленнаго потоотдѣленія. Испареніе большого количества пота съ поверхности кожи поглощаетъ, т. е. отнимаетъ отъ кожи и, слѣдовательно, отъ нашего тѣла значительное количество теплоты. Одежда лѣтняя также соотвѣтствуетъ потребности тѣла: она свѣтлая, бумажная, хорошо проводящая теплоту. Такимъ образомъ, частью сознательно, но главнымъ образомъ безсознательно, рефлекторной дѣятельностью нервной системы, организмъ приспосабливается къ измѣняющимся условіямъ и, несмотря на смѣны временъ года, при противоположныхъ климатахъ въ странахъ вѣчнаго льда и постоянной весны, сохраняетъ свою температуру на одной высотѣ.

ФИЗИОЛОГІЯ ОРГАНОВЪ ЧУВСТВЪ.

Значеніе органовъ чувствъ.—Общій планъ устройства органовъ чувствъ.

Органы чувствъ являются посредниками между живымъ существомъ и окружающимъ міромъ. Это—сигнальныя станціи, которыя, будучи разсѣяны по всей поверхности нашего тѣла (кожѣ) и, главнымъ образомъ, на верхнемъ, наиболѣе подвижномъ концѣ его—головѣ (органы вкуса, обонянія, зрѣнія и слуха), оповѣщаютъ насъ обо всемъ, происходящемъ вокругъ, и предохраняютъ отъ всякаго рода неожиданностей. Характеръ нашихъ поступковъ и влеченій (желаній) въ значительной степени обусловливается тѣми свѣдѣніями или сигналами, которые доставляются нашему мозгу чрезъ посредство органовъ чувствъ. Этой важной сигнальной и, слѣдовательно, защитительной дѣятельностью не ограничивается роль органовъ чувствъ для человѣка.

Сообщая разнообразнѣйшія свѣдѣнія объ окружающемъ мірѣ, они доставляютъ тотъ огромный сырой матеріалъ, который мозгъ перерабатываетъ, приводитъ въ стройный порядокъ и кладетъ въ основу того или иного взгляда на природу, того или иного міровоззрѣнія.

Хотя органы чувствъ отличаются существенно другъ отъ друга по своему назначенію, тѣмъ не менѣе всѣ они построены по одному плану. Любой органъ чувства состоитъ изъ трехъ одинаково необходимыхъ для его правильной работы частей: 1) аппарата воспринимающаго, тонко улавливающаго опредѣленныя раздраженія, 2) аппарата проводящаго, передающаго уловленныя первымъ аппаратомъ раздраженія центральной станціи—нервнымъ клѣткамъ головного мозга, и 3) аппарата центрального, истолковывающаго, перерабатывающаго полученныя отъ 2-го аппарата раздраженія въ особыя ощущенія (осязанія, тепла, боли, свѣта и т. д.). Скажемъ нѣсколько словъ о каждомъ изъ этихъ аппаратовъ въ отдѣльности.

Воспринимающіе аппараты органовъ чувствъ представляютъ собой настоящіе сторожевые посты, расположенные какъ бы на пограничной полосѣ, отдѣляющей наше тѣло отъ окружаю-

щаго міра (глазъ, ухо, кожа). Они построены изъ эпителиальныхъ клѣтокъ, измѣненныхъ и приспособленныхъ для своего назначенія. Въ однихъ случаяхъ воспринимающіе аппараты отличаются сравнительной простотой устройства (въ органахъ осязанія, вкуса, обонянія), въ другихъ они представляютъ собой чрезвычайно сложные, состоящіе изъ многихъ частей, приборы (глазъ, ухо). Но всюду ихъ характеризуетъ одна особенность: воспринимающій аппаратъ любого органа чувствъ способенъ улавливать съ необыкновенной тонкостью только одни раздраженія и остается нечувствительнымъ къ другимъ. Такъ, напримѣръ, опредѣленные клѣтки слизистой оболочки носа, которыя, какъ увидимъ, являются воспринимающимъ аппаратомъ въ органѣ обонянія, удивительно тонко улавливаютъ раздраженія, идущія отъ пахучихъ веществъ, но онѣ совершенно нечувствительны къ свѣтовымъ и звуковымъ раздраженіямъ. Глазъ и ухо, которые являются воспринимающими приборами въ органахъ зрѣнія и слуха, чрезвычайно чувствительны къ раздраженіямъ, сообщаемымъ свѣтомъ (глазъ) и звукомъ (ухо), и, наоборотъ, невосприимчивы къ раздраженіямъ, идущимъ отъ пахучихъ тѣлъ, вкусовыхъ веществъ и т. п.

Вторая часть органовъ чувствъ—аппаратъ проводящій— всюду построена одинаково. Проводящій аппаратъ состоитъ изъ нервныхъ проводниковъ, центростремительныхъ нервныхъ волоконъ, образующихъ чувствительный нервный стволъ. Чувствительные нервные стволы, принадлежащіе органамъ чувствъ (зрительный нервъ, слуховой, обонятельный, осязательный нервы) по свойствамъ своимъ ничѣмъ не отличаются отъ другихъ центростремительныхъ нервовъ: получаемыя ими раздраженія (въ нормальномъ состояніи отъ воспринимающаго аппарата, въ которомъ развѣтвляются нервныя окончанія) они передаютъ дальше, въ направленіи къ центру, т. е. къ нервнымъ клѣткамъ опредѣленного участка коры мозговыхъ полушарій.

Съ дѣятельностью этихъ участковъ мы уже ознакомились, когда рѣчь шла о головномъ мозгѣ. Эти участки съ составляющими ихъ нервными клѣтками и образуютъ центральную станцію органовъ чувствъ, въ которой сигналы, принятые первымъ аппаратомъ, переданные черезъ посредство второго, находятъ свое конечное истолкованіе въ формѣ извѣстнаго ощущенія.

Намъ мало извѣстно въ настоящее время относительно строенія и особенностей нервныхъ клѣтокъ коры полушарій, и совершенно неизвѣстно, какимъ образомъ онѣ осуществляютъ тотъ удивительный и нигдѣ болѣе не повторяющійся результатъ, который заключается въ превраще
зненнаго раздраженія (свѣ-

того, вкусового и т. д.) въ живое, болѣе или менѣе яркое, личное ощущение.

I. Осязание.

Собственно осязание и давленіе, чувство тепла и холода, болевое чувство.— Мышечное чувство.

Вся поверхность нашей кожи, а также слизистая оболочка начальной части пищеварительнаго канала (зубы, языкъ) при прикосновеніи къ предметамъ доставляютъ намъ такъ называемыя осязательныя ощущенія (въ болѣе сильной степени—чувство давленія), благодаря которымъ мы получаемъ разнообразныя свѣдѣнія объ окружающихъ тѣлахъ: ихъ формѣ, плотности, размѣрахъ, гладкости, шероховатости и др. Помимо своей сравнительной полноты, свѣдѣнія, которыя доставляетъ намъ чувство осязанія, имѣютъ въ нашихъ глазахъ особую цѣнность, какъ наиболѣе достовѣрныя, такъ какъ они приобретаются путемъ, такъ сказать, непосредственнаго общенія съ предметами.

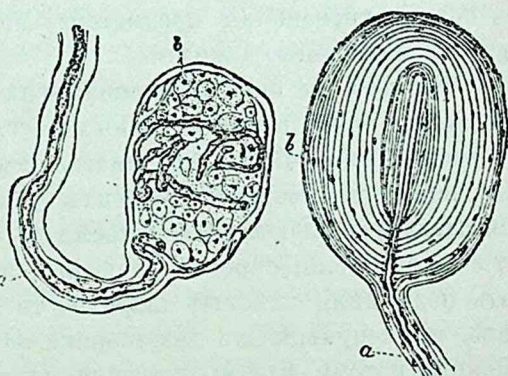


Рис. 42. Осязательныя тѣльца.
а—нервное волокно; б—тѣльце.

Именно эта достовѣрность является причиной того, что къ осязанію мы прибѣгаемъ часто для контроля другихъ органовъ чувствъ (напримѣръ, зрѣнія).

Возникновеніе осязательнаго ощущенія мы можемъ представить себѣ такимъ образомъ: прикосновеніе къ предмету сообщаетъ извѣстное раздраженіе, которое черезъ кожный покровъ улавливается разсѣянными въ толщѣ кожи (или слизистой оболочки), различнымъ образомъ устроенными, эпителиальными приборами (такъ называемыя осязательныя тѣльца, тѣльца Краузе, Пачини, см. рис. 42). Въ послѣднихъ развѣтвляются центростремительные нервы, по которымъ раздраженіе проводится въ центральную нервную систему. Дойдя до осязательныхъ центровъ коры полушарій, раздраженіе превращается въ особое ощущеніе осязанія. Тонкость осязанія стоитъ въ зависимости отъ обилія въ данномъ мѣстѣ воспринимающихъ осязательныхъ тѣлецъ. У чело-

вѣка осязаніе особенно развито на мякоти пальцевъ рукъ, языкѣ и зубахъ. Слѣпому концы пальцевъ замѣняютъ зрѣніе; ими онъ ощупываетъ выпуклыя буквы, опредѣляетъ фигуры предметовъ и даже узнаетъ знакомыхъ. Какого совершенства можетъ достигнуть осязательное чувство, можно судить по тому, что нѣкоторые слѣпые различаютъ даже цвѣта предметовъ, благодаря ихъ различной шероховатости.

Осязательное ощущеніе, какъ мы знаемъ, возникаетъ въ корѣ полушарій, но причину его мы всегда относимъ къ внѣшнему предмету и всегда можемъ, даже при закрытыхъ глазахъ, точно указать, какой участокъ кожи подвергся раздраженію, т. е. пришелъ въ соприкосновеніе съ предметомъ: насъ научаетъ этому богатый повседневный опытъ жизни.

Но тотъ же опытъ, вырабатывающій въ насъ обычныя представленія, при исключительныхъ условіяхъ можетъ ввести насъ въ заблужденіе, чѣмъ объясняется возникновеніе иллюзій, т. е. ощущеній, не соотвѣтствующихъ дѣйствительности. Такого рода осязательную иллюзію мы имѣемъ въ знаменитомъ опытѣ Аристотеля: если, скрестивъ средній и указательный пальцы, катать подъ ними хлѣбный шарикъ, то кажется чрезвычайно отчетливо, что ощупываешь два шарика. Это ложное представленіе возникаетъ потому, что мы въ данномъ случаѣ судимъ на основаніи обычного опыта, такъ какъ обычно одновременное осязательное ощущеніе на лучевомъ краѣ указательнаго пальца и локтевомъ краѣ средняго возникаетъ лишь при прикосновеніи къ двумъ внѣшнимъ предметамъ. И теперь, когда, благодаря искусственно созданному неестественному положенію пальцевъ, мы прикасаемся упомянутыми поверхностями къ одному предмету, мы не можемъ, однако, освободиться отъ вкоренившагося въ нашъ мозгъ представленія, ставшаго для насъ привычнымъ и какъ бы обязательнымъ.

Помимо осязательныхъ ощущеній, кожа (и нѣкоторыя слизистыя оболочки) доставляетъ намъ и тепловыя ощущенія. Исслѣдованія послѣдняго времени обнаружили, что тепло и холодъ ощущаются различными точками кожи: однѣ точки воспринимаютъ только тепло, другія—только холодъ. Существуютъ, слѣдовательно, особые клѣточные приборы и особые центростремительные нервы для воспріятія и передачи ощущеній тепла, и особые—для холода. Наиболѣе чувствительными къ температурѣ являются: кончикъ языка, губы, щеки, тылъ руки. Врачъ, желая опредѣлить ¹⁰ тѣла, прикладываетъ не ладонную, а тыльную поверхность руки. Къ холоду чувствительность кожи больше вы-

ражена, чѣмъ къ теплу. Чѣмъ большій участокъ кожи подвергается раздраженію, тѣмъ ощущеніе получается болѣе сильное: палецъ, опущенный въ горячую воду, можетъ выносить t^0 , которая совершенно невыносима для всей руки.

Чувство боли получается при сильныхъ раздраженіяхъ любого чувствительнаго нерва кожи (струя, напримѣръ, очень холодной или горячей воды вызываетъ болѣзненное ощущеніе, а не тепловое). Мы должны, однако, допустить, что и для болевыхъ ощущений существуютъ свои спеціальныя воспринимающіе приборы и нервные проводящіе пути. Въ пользу такого допущенія говоритъ, между прочимъ, тотъ фактъ, что бываютъ заболѣванія, при которыхъ больной теряетъ способность воспринимать осязательныя ощущенія, но сохраняетъ болевое чувство, и обратно.

Въ противоположность осязанію, при болевомъ ощущеніи мы не всегда можемъ точно указать мѣсто, откуда исходитъ боль. При сильномъ болевомъ раздраженіи ощущеніе распространяется иногда на многіе сосѣдніе нервные пути («иррадіація боли»), и тогда указаніе исходнаго пункта боли становится совершенно невозможнымъ.

Мышечное чувство. Объ этомъ чувствѣ намъ приходилось уже упоминать ¹⁾. Напомню, что подъ мышечнымъ чувствомъ слѣдуетъ разумѣть тѣ ощущенія, которыя даютъ намъ возможность судить о положеніи различныхъ частей нашего тѣла въ пространствѣ и о степени напряженія нашихъ мышцъ. Ощущенія эти возникаютъ благодаря раздраженіямъ, получаемымъ особыми чувствительными нервами, оканчивающимися въ костяхъ, суставахъ, мышцахъ и фасціяхъ. Мышечнымъ чувствомъ мы руководствуемся при опредѣленіи тяжести предметовъ и оцѣнкѣ разницы въ вѣсѣ. Наше сужденіе въ данномъ случаѣ основывается на степени мышечнаго напряженія, которое мы испытываемъ, взвѣсивая то или иное тѣло.

2. Вкусъ.

Мѣстами, откуда исходятъ вкусовыя ощущенія, являются корень, кончикъ и края языка и переднія дужки мягкаго неба; твердое небо и спинка языка не способны воспринимать вкусовыя раздраженія. Расположенный подъ эпителиемъ слизистой оболочки языка богатый сосудами соединительнотканый слой образуетъ, подобно кожѣ, сосочки различнаго строенія. Въ анатоміи различаютъ нитевидныя, грибовидныя и окруженныя валикомъ сосочки. Эпителий, покрывающій эти сосочки, образуетъ мѣстами группы

¹⁾ См. стр. 59, примѣчаніе.

клѣтокъ, получившія названіе вкусовыхъ луковицъ (или почекъ), благодаря тому, что клѣтки здѣсь собраны на подобіе листовъ луковицы (см. рис. 43). Внутри этихъ луковицъ находятся клѣтки, снабженныя нѣжными отростками, которые и слу-

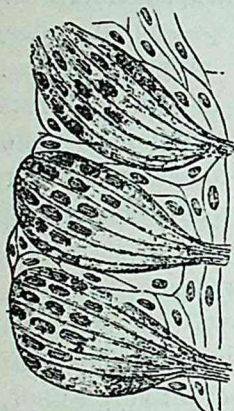


Рис. 43. Три вкусовыхъ почки при сильномъ увеличеніи.

жать приборами, воспринимающими раздраженіе отъ приходящихъ съ ними въ соприкосновеніе вкусовыхъ веществъ. Къ этимъ клѣткамъ подходятъ тонкія развѣтвленія языкоглоточнаго нерва, который передаетъ полученное раздраженіе въ головной мозгъ.

Для того, чтобы вкусовое вещество вызвало извѣстное ощущеніе, необходимо, чтобы оно было растворено въ водѣ (или слюнѣ). Сила вкусового ощущенія зависитъ отъ крѣпости раствора и продолжительности пребыванія во рту; поэтому быстрое проглатываніе пищи уменьшаетъ ея вкусъ.

Различаютъ четыре рода вкусовыхъ ощущеній; сладкое, горькое, соленое и кислое. Часто къ вкусовому ощущенію присоединяется обонятельное («букетъ вина»), и получается такимъ образомъ сложное ощущеніе, которое въ жизни, однако, мы опредѣляемъ, какъ вкусовое. Такъ, напримѣръ, мы говоримъ о вкусѣ лука, хотя въ значительной степени вкусъ этотъ обуславливается обонятельными ощущеніями, которыя возбуждаются этимъ веществомъ.

Чувствительность наша къ вкусовымъ веществамъ вообще очень тонкая; она выражена въ большей степени по отношенію къ горькимъ веществамъ, чѣмъ къ сладкимъ или соленымъ. Такъ, напримѣръ, растворъ хинина 1:100.000 даетъ еще ясное ощущеніе горечи, между тѣмъ какъ такой же растворъ соли или сахара не въ состояніи вызвать соленого или сладкаго вкуса. Въ противоположность осязанію, органъ вкуса не сообщаетъ намъ въ сущности никакихъ свѣдѣній о строеніи или формѣ предметовъ. Вкусовые впечатлѣнія—это наши личные (субъективные) ощущенія, зависящія отъ особенностей устройства нашего организма (нервной системы). Часто тѣла совершенно различныя по своему строенію и химическому составу вызываютъ въ насъ одно и то же вкусовое ощущеніе (наприм., глицеринъ и сахаръ). Такимъ образомъ не въ обогащеніи нашихъ знаній объ окружающихъ предметахъ заключается значеніе для насъ органа вкуса. Роль его главнымъ образомъ защитительная, и эта роль должна была быть осо-

бенно важна для человѣчества въ первобытныя времена, когда люди, при рѣшеніи вопроса, какая пища для нихъ вредна и какая пригодна, могли руководиться только вкусомъ. Необходимо имѣть въ виду, что большинство ядовитыхъ веществъ горьки и непріятны на вкусъ. Стоя въ преддверіи пищеварительнаго канала, какъ бы на стражѣ, органъ вкуса предохранялъ человѣка отъ принятія веществъ, которые могли угрожать его жизни. Быть можетъ, въ связи съ этой защитительной ролью стоитъ тотъ замѣчательный фактъ, что органъ вкуса у человѣка оказывается развитымъ раньше всѣхъ другихъ органовъ чувствъ ¹⁾.

3. Обоняніе.

Обонятельныя ощущенія вызываются въ насъ пахучими веществами. Мельчайшія частицы (твердыя или газообразныя), отдѣляющіяся отъ этихъ веществъ, вмѣстѣ съ токомъ воздуха попадаютъ при вдыханіи въ верхніе отдѣлы полости носа, гдѣ раздражаютъ особыя, очень чувствительныя къ нимъ, такъ называемыя обонятельныя клѣтки (см. рис. 44). Къ обонятельнымъ клѣткамъ подходятъ тонкія многочисленныя вѣтви обонятельнаго нерва, который передаетъ получаемое имъ отъ этихъ клѣтокъ возбужденіе въ головной мозгъ. Для того, чтобы получилось ощущеніе запаха, необходимо, чтобы частицы пахучаго вещества попали въ полость носа вмѣстѣ съ токомъ воздуха. Если наполнить носовую полость жидкостью, даже сильно пахучей, ощущенія запаха не получится. Присутствіе въ воздухѣ водяныхъ паровъ усиливаетъ обоняніе: въ сырую погоду, поэтому, запахъ цвѣтовъ ощущается сильнѣе.



Рис. 44.
Обонятель-
ная клѣтка.

На примѣрѣ обонянія можно наглядно убѣдиться, какой поразительной чувствительностью надѣлены воспринимающіе аппараты нашихъ органовъ чувствъ. Обонятельныя клѣтки человѣка способны улавливать раздраженія, идущія отъ самыхъ ничтожныхъ количествъ пахучаго вещества. Большой сосудъ (вмѣстимостью въ 300 стакановъ) оставался пахучимъ въ теченіе 3-хъ мѣсяцевъ отъ небольшой капли гвоздичнаго масла. А вѣдь многія животныя обладаютъ органомъ обонянія еще болѣе совершеннымъ, чѣмъ у человѣка!

¹⁾ Новорожденный при самомъ появленіи на свѣтъ уже проявляетъ способность къ вкусовымъ ощущеніямъ: онъ способенъ, повидимому, даже отличить горькое вещество отъ сладкаго.

4. Зрѣніе.

I.

Глазъ, какъ воспринимающій аппаратъ органа зрѣнія.—Устройство глаза.—
Прозрачныя части глаза.

Воспринимающимъ аппаратомъ органа зрѣнія служитъ глазъ. Этотъ удивительный по красотѣ и совершенству устройства приборъ играетъ по отношенію къ чувству зрѣнія ту же роль, какую играетъ несравненно проще его устроенные аппараты—осязательныя тѣльца, вкусовыя почки или обонятельныя клѣтки—по отношенію къ чувствамъ осязанія, обонянія и вкуса. Какъ обонятельныя клѣтки предназначены къ тому, чтобы улавливать малѣйшія раздраженія, вызываемыя частицами пахучаго вещества, такъ и глазъ въ цѣломъ предназначенъ и приспособленъ къ тому, чтобы улавливать раздраженія, вызываемыя свѣтовыми лучами. И подобно тому, какъ обонятельная клѣтка можетъ выполнить свое назначеніе только благодаря своей крайней чувствительности къ частицамъ пахучихъ веществъ, такъ и глазъ можетъ выполнить свое назначеніе только благодаря тому, что въ немъ, на внутренней поверхности (на днѣ глаза), имѣются клѣтки, чрезвычайно чувствительныя къ малѣйшему свѣтовому раздраженію.

Въ послѣдующемъ изложеніи я постараюсь прежде всего объяснить дѣйствіе глаза, какъ спеціальнаго зрительнаго (оптического) инструмента, служащаго для проведенія лучей свѣта и собиранія ихъ въ одномъ пунктѣ, и затѣмъ опредѣлить основное условіе, необходимое для того, чтобы видѣніе нами предметовъ было ясное, отчетливое.

Но чтобы выполнить поставленную себѣ такимъ образомъ задачу, я долженъ предварительно напомнить въ общихъ чертахъ устройство глаза.

Глазъ, или глазное яблоко (см. рис. 45), представляетъ собою перепончатый, шарообразный пузырь, наполненный полужидкой, прозрачной массой. Стѣнки его состоятъ изъ слѣдующихъ оболочекъ: самая наружная—бѣлковая (склера, *a*), плотная и непрозрачная, одѣвающая глазное яблоко со всѣхъ сторонъ, за исключеніемъ самаго передняго отдѣла, гдѣ она переходитъ въ прозрачную и болѣе выпуклую роговую (*e*) оболочку ¹⁾. За

¹⁾ Передняя поверхность глазного яблока, какъ въ области склеры, такъ и роговицы, покрыта многослойнымъ эпителиемъ (такъ называемая конъюнктива), который переходитъ на нее съ внутренней поверхности вѣкъ.

склерой слѣдуетъ сосудистая (b) оболочка, состоящая изъ упругихъ волоконъ, пронизанныхъ густой сѣтью кровеносныхъ сосудовъ. Сосудистая оболочка одѣваетъ глазное яблоко почти на томъ же протяженіи, какъ и склера, съ внутренней поверхностью которой она очень рыхло связана. Въ мѣстѣ перехода склеры въ роговицу сосудистая оболочка отстаетъ отъ склеры и свѣшивается

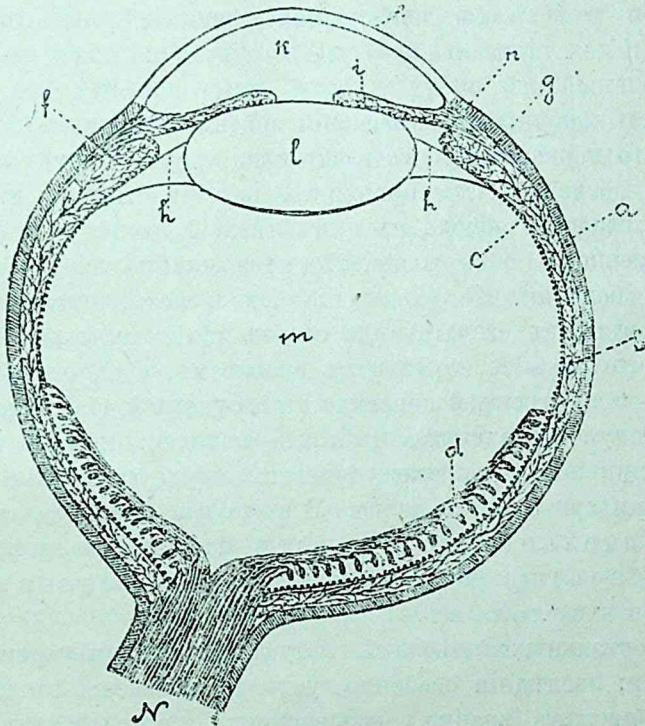


Рис. 45. Схема устройства глаза.

а—бѣлковая оболочка (склера); е—роговица; b—сосудистая оболочка; i—радужная оболочка; c—слой пигментныхъ клѣтокъ; d—сѣтчатка; k—водянистая влага; l—хрусталикъ; h—связка хрусталика; g—рѣсничная мышца; m—стекловидное тѣло; N—зрительный нервъ.

внутри глаза подобно занавѣскѣ. Эта часть сосудистой оболочки видна черезъ прозрачную роговицу и носитъ названіе радужной оболочки (i), такъ какъ она бываетъ у разныхъ людей различнымъ образомъ окрашена (цвѣтъ глазъ и есть цвѣтъ радужной оболочки). Въ серединѣ радужной оболочки имѣется отверстіе—зрачекъ. Благодаря дѣятельности заложенныхъ въ радужной оболочкѣ мышцъ, отверстіе это, т. е. зрачекъ, можетъ то суживаться, тѣ расширяться.

Радужная оболочка, какъ было сказано, не прилегаетъ къ роговицѣ: образующееся между ними пространство наполнено про-

зрачной жидкостью, такъ называемой водянистой влагой (*k*). Сосудистая оболочка, равно какъ и ея продолженіе—радужная, выстланы изнутри слоемъ клѣтокъ, содержащихъ зернышки черной краски („пигментный слой“ (*c*). Зрачекъ намъ поэтому и кажется чернымъ, что черезъ него мы видимъ этотъ слой черныхъ клѣтокъ.

За сосудистой оболочкой расположена послѣдняя, самая внутренняя и вмѣстѣ съ тѣмъ самая важная оболочка глаза—сѣтчатая (сѣтчатка или ретина (*d*). Она содержитъ въ себѣ чувствительныя къ свѣту клѣтки (такъ называемыя палочки и колбочки) и конечныя развѣтвленія зрительнаго нерва (*N*). Волокна зрительнаго нерва, войдя въ глазъ сзади, прободаютъ склеру и сосудистую оболочку и, направляясь во всѣ стороны, выстилаютъ заднія $\frac{2}{3}$ глазного яблока въ видѣ нѣжной пленки.

Микроскопъ обнаруживаетъ чрезвычайно сложное строеніе сѣтчатой оболочки. Не входя въ подробности, скажу лишь, что она состоитъ изъ цѣлаго ряда слоевъ (клѣтокъ, зеренъ и волоконецъ), и что самымъ наружнымъ ея слоемъ, обращеннымъ, слѣдовательно, къ внутренней поверхности сосудистой оболочки, является слой свѣточувствительныхъ клѣтокъ—палочекъ и колбочекъ, связанныхъ при помощи промежуточныхъ, идущихъ кнутри слоевъ съ окончаніями зрительнаго нерва. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ входитъ зрительный нервъ, нѣтъ ни палочекъ, ни колбочекъ, вообще никакихъ другихъ слоевъ, кромѣ нервныхъ волоконъ.

Въ остальныхъ мѣстахъ сѣтчатки палочки перемѣшаны съ колбочками; послѣднія особенно густо расположены въ маленькомъ участкѣ, противъ зрачка, называемомъ желтымъ пятномъ. Палочки и колбочки образуютъ на наружной поверхности сѣтчатки какъ бы живописную мозаику. Насколько мелка эта мозаика, можно получить нѣкоторое представленіе на основаніи слѣдующаго: на каждое волокно зрительнаго нерва приходится, какъ считаютъ, 7—8 колбочекъ и 100 палочекъ, а въ зрительномъ нервѣ насчитываютъ до 400 тысячъ волоконъ.

Таково въ общихъ чертахъ строеніе глаза.

Содержимое глазного яблока составляютъ: 1) прозрачная и водянистая влага, о которой была уже рѣчь, 2) хрусталикъ (*l*) и 3) стекловидное тѣло (*m*).

Хрусталикъ расположенъ позади зрачка, прилегая непосредственно къ радужной оболочкѣ; это—упругое, прозрачное тѣло, выпуклое спереди и сзади, состоящее изъ довольно плотной массы, совершенно лишенной нервовъ и сосудовъ. Хрусталикъ заключенъ

въ сумку (капсулу) и въ своемъ положеніи укрѣпленъ посредствомъ тонкой, прозрачной связки (*h*), которая отходитъ отъ края хрусталика и прикрѣпляется къ такъ называемому рѣсничному тѣлу, кольцообразному утолщенію, образуемому сосудистой оболочкой въ мѣстѣ перехода ея въ радужную. Въ толщѣ рѣсничнаго тѣла заложена гладкая мышца (рѣсничная мышца (*g*), играющая, какъ мы убѣдились, большую роль въ актѣ зрѣнія.

Стекловидное тѣло представляетъ собой желеобразную прозрачную массу, выполняющую все пространство позади хрусталика.

Послѣ этого краткаго описанія устройства глаза мы можемъ безъ труда понять, какимъ образомъ этотъ приборъ проводитъ свѣтъ. Лучи свѣта, идущіе отъ какого-либо свѣтящагося предмета (безразлично, свѣтитъ ли онъ своимъ свѣтомъ, какъ, напримѣръ, пламя свѣчи, или отражаетъ отъ себя солнечные лучи) къ глазу, не могутъ съ боковъ проникнуть въ него вслѣдствіе непрозрачности склеры, но зато въ переднемъ отдѣлѣ глаза они свободно пропускаются прозрачной роговицей. Пройдя послѣдовательно черезъ роговицу, прозрачную водянистую влагу, зрачекъ, прозрачные хрусталикъ и стекловидное тѣло, свѣтъ падаетъ на сѣтчатку и чрезъ прозрачные слои ея достигаетъ, наконецъ, слоя палочекъ и колбочекъ, въ которыхъ вызываетъ особые химическія измѣненія, характеръ которыхъ еще недостаточно изученъ. Эти то химическія измѣненія и служатъ раздражителемъ для волоконъ зрительнаго нерва. Получаемое такимъ путемъ возбужденіе зрительный нервъ передаетъ въ головной мозгъ, гдѣ оно превращается въ зрительное ощущеніе.

Количество свѣта, проходящаго черезъ прозрачныя части глаза, зависитъ, какъ это ясно изъ предыдущаго, отъ состоянія зрачка: когда зрачекъ суженъ (что бываетъ при яркомъ освѣщеніи), оно уменьшается, когда зрачекъ расширенъ (что бываетъ при тускломъ освѣщеніи)—оно увеличивается.

Такимъ образомъ зрачекъ регулируетъ количество попадающаго въ глазъ свѣта.

II.

Глазъ, какъ зрительный приборъ, собирающій лучи.—Свойства двояковыпуклыхъ линзъ.—Сѣтчатка, какъ экранъ глаза.—Основное условіе яснаго видѣнія.—Механизмъ приспособленія глаза къ близкимъ разстояніямъ.—Роль хрусталика и рѣсничной мышцы.

Мы познакомились съ устройствомъ глаза и узнали, какимъ образомъ онъ, благодаря прозрачности своихъ частей, проводитъ

свѣтъ вплоть до самаго наружнаго слоя сѣтчатки, содержащаго чувствительныя къ свѣту палочки и колбочки. Но глазъ дѣйствуетъ не только, какъ приборъ, проводящій свѣтъ, но и какъ приборъ, собирающій свѣтовые лучи: онъ дѣйствуетъ подобно собирательному двояковыпуклому стеклу. Извѣстно, что двояковыпуклое стекло (чечевица) обладаетъ свойствомъ измѣнять направленіе проходящихъ чрезъ него лучей, преломлять ихъ, скрещивая и собирая въ одномъ мѣстѣ, которое называется фокусомъ и которое отстоитъ на извѣстномъ отъ него разстояніи. Чѣмъ стекло выпуклѣе, тѣмъ оно сильнѣе преломляетъ лучи, быстрѣе ихъ собираетъ, и, слѣдовательно, тѣмъ фокусъ расположенъ ближе къ стеклу. Обнаружить фокусъ очень легко: если помѣстить позади двояковыпуклаго стекла, поставленнаго на пути солнечныхъ лучей, листъ бѣлой бумаги и то удалять его, то приближать, мы найдемъ такой пунктъ, гдѣ на бумагѣ получится ярко свѣтящаяся точка. Этотъ пунктъ и есть фокусъ стекла, гдѣ собраны солнечные лучи. Если передвигать листъ бумаги впереди или взади отъ фокуса, тогда вмѣсто яркаго пятнышка получится свѣтлое большое пятно.

Далѣе, если мы замѣнимъ напу чечевицу болѣе выпуклой, то замѣтимъ, что фокусъ будетъ ближе къ стеклу, чѣмъ раньше. Наоборотъ, если взять чечевицу менѣе выпуклую, тогда фокусъ отодвинется.

Всякій свѣтящійся, своимъ или отраженнымъ свѣтомъ, предметъ посылаетъ отъ себя многочисленныя пучки лучей: отъ каждой точки его исходитъ пучекъ лучей. Если на пути ихъ поставить двояковыпуклое стекло, тогда всѣ эти лучи, пройдя черезъ чечевицу, соберутся въ ея фокусѣ, и на бѣломъ листѣ бумаги (экранѣ), помѣщенномъ въ этомъ фокусѣ, получатся болѣе или менѣе яркія точки, соотвѣтственно отдѣльнымъ точкамъ предмета, иначе говоря, получится изображеніе предмета. Но изображеніе это будетъ обратное, такъ какъ всѣ лучи, идущіе отъ верхнихъ частей предмета, преломившись, очутятся внизу, и, обратно, лучи, идущіе отъ нижнихъ частей предмета, окажутся наверху.

Послѣ этого небольшого отступленія мы можемъ перейти къ выясненію дѣятельности глаза, какъ собирательнаго зрительнаго прибора. Роль двояковыпуклаго стекла въ глазу играютъ, главнымъ образомъ, выпяченная (давленіемъ водянистой влаги) роговица, водянистая влага и хрусталикъ. Всѣ эти части глаза, взятые вмѣстѣ, дѣйствуютъ, какъ чечевица, съ извѣстной силой преломляющая свѣтовые лучи и собирающая ихъ въ опредѣленномъ мѣстѣ, которое и будетъ фокусомъ глаза. Въ этомъ мѣстѣ, слѣдовательно, получится обратное изображеніе того

предмета, отъ котораго направляются въ глазъ лучи. И вотъ, основнымъ условіемъ яснаго видѣнія нами предмета является полученіе отъ него яснаго изображенія на сѣтчаткѣ, которая въ глазу играетъ роль экрана. Только когда изображеніе предмета рисуется на экранѣ глаза (сѣтчаткѣ) отчетливо, только тогда мы видимъ предметъ отчетливо; если же изображеніе на сѣтчаткѣ получается расплывчатое и неясное, тогда и предметъ мы видимъ въ смутныхъ очертаніяхъ. Отсюда вытекаетъ и обратное положеніе: когда мы видимъ тотъ или иной предметъ отчетливо, это означаетъ, что на нашей сѣтчаткѣ въ это время отчетливо рисуется его изображеніе. Но двояковыпуклое стекло даетъ, какъ мы видѣли, отчетливое изображеніе на экранѣ лишь при томъ условіи, если экранъ помѣщенъ въ фокусъ стекла. Значитъ, полученіе отчетливаго изображенія на сѣтчаткѣ возможно лишь при положеніи ея въ фокусъ преломляющихъ аппаратовъ глаза (роговицы, хрусталика).

Когда же это положеніе бываетъ, и какимъ путемъ оно достигается? Отвѣчая на этотъ вопросъ, я буду пока имѣть въ виду нормальный, здоровый глазъ. Человѣкъ, обладающій нормальнымъ зрѣніемъ, устремляя свой взоръ вдаль, безъ всякаго напряженія видитъ отчетливо безконечно удаленные отъ него предметы (звѣзды, солнце). Безъ замѣтнаго напряженія нормальный глазъ видитъ и болѣе близкіе предметы, но отстоящіе отъ него не менѣе, чѣмъ на 30 саж. Отсюда слѣдуетъ, что при разсмотрѣніи нормальнымъ глазомъ удаленныхъ предметовъ на сѣтчаткѣ его получается ясное изображеніе ихъ, т. е. что сѣтчатка въ данномъ случаѣ находится въ фокусъ преломляющихъ приборовъ глаза.

Лучи, идущіе отъ предметовъ съ разстоянія болѣе 30 саж., можно признать параллельными; слѣдовательно, нормальный глазъ такъ устроенъ, что попадающіе въ него параллельные лучи, преломляясь, собираются на сѣтчаткѣ. Итакъ, нормальный глазъ представляетъ собой приборъ, собирающій параллельные лучи на сѣтчаткѣ и, слѣдовательно, приспособленный къ отчетливому видѣнію далекихъ предметовъ.

Мы знаемъ, однако, что нормальный глазъ можетъ отчетливо видѣть не только удаленные предметы, но и близкіе, правда, до извѣстнаго предѣла—не ближе 5 дюймовъ отъ глаза.

Въ этомъ и заключается совершенство устройства глаза, какъ зрительнаго прибора, что онъ въ состояніи приспособляться къ различнымъ разстояніямъ. Необходимость приспособленія, т. е. неизбежность извѣстныхъ измѣненій въ глазу при разсматриваніи

близкихъ предметовъ, вытекаетъ изъ слѣдующаго. Отъ близкихъ предметовъ идутъ пучки лучей, расходящихся и тѣмъ болѣе расходящихся, чѣмъ ближе предметъ. Если въ нормальномъ, находящемся въ покоѣ, глазу на экранѣ-сѣтчаткѣ собираются параллельные лучи, то лучи расходящіеся въ томъ же глазу, если бы онъ остался неизмѣннымъ, должны были бы собраться уже не на сѣтчаткѣ, а гдѣ-нибудь за ней и тѣмъ далѣе къзади, чѣмъ лучи болѣе расходящіеся, т. е. чѣмъ ближе рассматриваемый предметъ. На сѣтчаткѣ при такомъ условіи не получилось бы яснаго изображенія, и, слѣдовательно, отчетливое видѣніе близкихъ предметовъ было бы невозможно. Изъ того факта, что на самомъ дѣлѣ нормальный глазъ можетъ отчетливо видѣть и близко находящіеся предметы, ясно вытекаетъ, что въ немъ при смотрѣніи вблизи происходятъ какія-то измѣненія, которыя дѣлаютъ возможнымъ полученіе на сѣтчаткѣ ясныхъ изображеній и отъ близкихъ предметовъ. Какого же характера эти измѣненія? Можно было бы сдѣлать простое предположеніе—и оно раньше принималось,—что такъ какъ ясное изображеніе близкихъ предметовъ должно, какъ мы видѣли, рисоваться за сѣтчаткой, то послѣдняя съ приближеніемъ предмета соотвѣтственнымъ образомъ отодвигается. Но мы знаемъ теперь, что такое отодвиганіе экрана глаза (сѣтчатки) не можетъ имѣть мѣста, такъ какъ дно глаза неподвижно. Остается другая единственная возможность полученія на сѣтчаткѣ яснаго изображенія близкихъ предметовъ—путемъ увеличенія преломляющей силы глаза. Такъ оно въ дѣйствительности и происходитъ. Глазъ, рассматривающій близкій предметъ, преломляетъ свѣтовые лучи съ большей силой, чѣмъ покойный глазъ, устремленный вдаль, благодаря чему расходящіеся лучи могутъ въ немъ собраться тамъ же, гдѣ и въ покойномъ глазу собираются параллельные лучи, т. е. на сѣтчаткѣ. Увеличеніе же преломляющей силы нормальнаго глаза при рассматриваніи близкихъ (ближе 30 саж.) предметовъ достигается тѣмъ, что одинъ изъ его преломляющихъ приборовъ, именно хрусталикъ, становится болѣе выпуклымъ, а вѣдь мы знаемъ, что чѣмъ выпуклѣе чечевица, тѣмъ сильнѣе собираетъ она лучи. Такимъ образомъ, когда нормальный глазъ переходитъ отъ далекихъ предметовъ (горизонта) къ близкимъ, онъ какъ бы мѣняетъ свои стекла, замѣняя слабую чечевицу болѣе сильной. Чѣмъ ближе находится рассматриваемый предметъ, и, слѣдовательно, чѣмъ болѣе расходящимися являются идущіе отъ него лучи, тѣмъ хрусталикъ становится выпуклѣе и, сильнѣе преломляя лучи, оказывается въ состояніи собрать ихъ на требуемомъ для яснаго видѣнія мѣстѣ, т. е. сѣтчаткѣ.

Чтобы понять, какимъ образомъ хрусталикъ можетъ мѣнять свою форму и становиться то болѣе, то менѣе выпуклымъ, надо имѣть въ виду, что онъ представляетъ собою упругое тѣло, заключенное въ упругую сумку (капсулу); отъ этой сумки идетъ связка, которая при покоѣ глаза слегка натягиваетъ ее въ стороны, вслѣдствіе чего въ покойномъ глазу поверхность хрусталика подвергается всегда нѣкоторому давленію и нѣсколько уплощается. Если связка расслабляется, капсула меньше растягивается, и хрусталикъ, освободившись отъ давленія, въ силу своей упругости выпячивается, т. е.

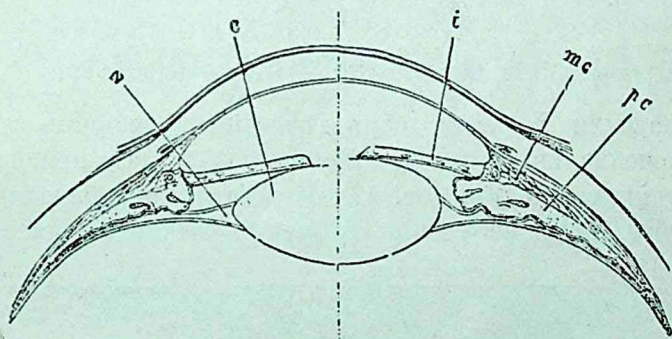


Рис. 46. Механизмъ аккомодаци.

с—хрусталикъ; з—его связка; мс—рѣсничная мышца, сокращеніе которой (на правой половинѣ) вызываетъ расслабленіе связки хрусталика, вслѣдствіе чего послѣдній становится болѣе выпуклымъ.

становится выпуклѣе. Расслабленіе связки достигается дѣйствіемъ рѣсничной мышцы, сокращеніе которой приближаетъ конецъ связки къ хрусталику. Такимъ образомъ отъ степени напряженія рѣсничной мышцы зависитъ степень расслабленія связки и, слѣдовательно, степень выпуклости хрусталика. Чѣмъ ближе предметъ, на который устремляется глазъ, тѣмъ сильнѣе сокращается рѣсничная мышца, пока хрусталикъ не станетъ настолько выпуклымъ, что въ состояніи будетъ собрать сильно расходящіеся лучи на сѣтчаткѣ. На послѣдней получится тогда ясное изображеніе, что, какъ мы неоднократно говорили, является необходимымъ условіемъ яснаго видѣнія. Весь процессъ приспособленія глаза къ близкимъ разстояніямъ носить названіе аккомодаци. (См. рис. 46).

Если нашъ глазъ всегда приспособляетъ свою преломляющую силу къ извѣстному разстоянію, то, очевидно, мы лишены возможности отчетливо видѣть въ одно время предметы, различно удаленные отъ насъ, такъ какъ только отъ предметовъ, находящихся отъ насъ на разстояніи, къ которому преломляющая сила глаза (выпуклость хрусталика) приспособилась, получаютъ ясныя изображенія на

сѣтчаткѣ, со всѣхъ же другихъ разстояній получаютъ изображенія расплывчатыя („круги свѣторазсѣянія“). Въ справедливости сказаннаго всякій легко можетъ убѣдиться. Показательной формой опыта можетъ служить слѣдующій приемъ: передъ глазами, на разстояніи 5—6 вершковъ, помѣщаютъ тюлевую сѣтку, а за ней развернутую книгу. Если поставить себѣ цѣлью чтеніе книги, то буквы видятся отчетливо, тюлевая сѣтка расплывается, какъ бы въ туманѣ; поставивъ себѣ цѣлью видѣть ясно тюль, мы увидимъ совершенно отчетливо сѣть нитокъ, но не увидимъ ясно буквъ.

III.

Близорукость и дальнорукость.—Очки.—Астигматизмъ.

Мы изучали до сихъ поръ дѣйствіе нормальнаго глаза. Мы видѣли, что нормальный, находящійся въ покоѣ, глазъ приспособленъ къ смотрѣнію вдаль (см. рис. 47). Разсматриваніе близкихъ предметовъ требуетъ отъ него извѣстнаго напряженія (сокращенія рѣс-

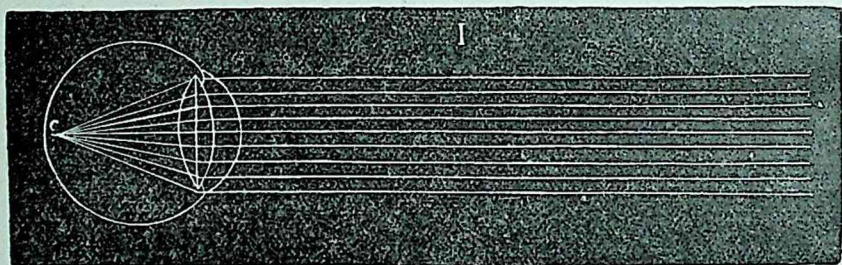


Рис. 47. Ходъ лучей и фокусъ въ нормальномъ глазѣ. Фокусъ *C* на сѣтчаткѣ.

ничной мышцы), тѣмъ большаго, чѣмъ ближе разсматриваемый предметъ. Таковы свойства нормальнаго или, какъ мы его называемъ, здороваго глаза. Наряду съ нимъ мы встрѣчаемъ въ жизни очень часто ненормальные глаза: близорукіе и дальнорукіе.

При изученіи близорукаго или дальнорукaго глаза необходимо имѣть въ виду, что они представляютъ собой такіе же зрительные приборы, какъ и нормальный глазъ, что они проводятъ, преломляютъ и собираютъ свѣтовые лучи по тѣмъ же законамъ, что и здоровый глазъ. Все отличіе—но отличіе существенное—заключается въ ихъ анатомическомъ устройствѣ, именно—въ положеніи глазнаго экрана (сѣтчатки). Въ близорукомъ глазѣ сѣтчатка (дно глаза) въ сравненіи съ нормальнымъ отодвинута кзади; въ дальнорукомъ—наоборотъ, сѣтчатка расположена ближе къ передней повер-

ности глаза. Слѣдовательно, передне-задній размѣръ близорукаго глаза длиннѣе, а дальнорюкаго короче, чѣмъ у нормальнаго глаза. Послѣдствія для зрѣнія такой перемѣны въ положеніи глазного экрана нетрудно понять. Параллельные лучи, идущіе отъ далекихъ предметовъ, близорукій глазъ преломляетъ съ такой же силой, какъ и нормальный, вслѣдствіе чего они соберутся въ немъ на такомъ же разстояніи отъ хрусталика, какъ и въ здоровомъ. Но въ здоровомъ глазу въ этомъ мѣстѣ находится сѣтчатка, и на ней рисуется ясное изображеніе разсматриваемаго предмета, въ близорукомъ же глазу сѣтчатка находится дальше кзади, лучи, слѣдовательно, соберутся впереди ея, а на сѣтчаткѣ получится расплывчатое изображеніе (круги свѣторазсѣянія, рис. 49). Именно отъ того, что на сѣтчаткѣ близорукаго глаза получаютъ отъ далекихъ предметовъ неясныя изображенія, близорукій не можетъ этихъ

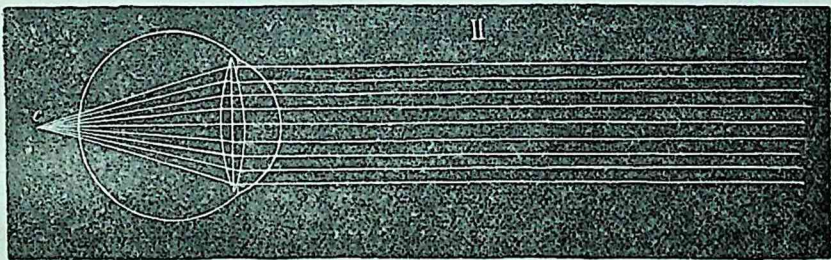


Рис. 48. То-же въ глазѣ дальнорюкаго. Фокусъ *C* за сѣтчаткой.

предметовъ отчетливо видѣть. Можно ли помочь близорукому и какъ помочь ему? Такъ какъ вся бѣда близорукаго заключается въ томъ, что изображенія далекихъ предметовъ въ его глазу получаютъ слишкомъ близко, впереди экрана, что лучи скрещиваются въ немъ преждевременно, то, очевидно, помочь ему можно было бы, если бы удалось раздвинуть какъ-нибудь лучи, разсѣять ихъ: тогда лучи собрались бы дальше, и можно было бы достигнуть того, чтобы они собрались на сѣтчаткѣ. Это то разсѣянiе лучей и имѣетъ въ виду врачъ, предписывая близорукому носить очки съ двояковогнутыми стеклами, такъ какъ двояковогнутыя стекла обладаютъ свойствомъ раздвигать, разсѣивать лучи. Они дѣлаютъ параллельные лучи болѣе или менѣе (смотря по силѣ стекла) расходящимися, какъ будто лучи исходятъ не отъ удаленныхъ предметовъ, а отъ близкихъ.

Примѣнимъ тѣ же разсужденія къ дальнорюкому глазу. Въ немъ, какъ было сказано, экранъ (сѣтчатка) расположенъ ближе впереди, чѣмъ въ нормальномъ глазу.

Слѣдовательно, если параллельные лучи, идущіе отъ далекихъ предметовъ, въ нормальномъ глазу собираются на сѣтчаткѣ, то въ дальнозоркомъ глазу они, преломляясь съ такой же силой, соберутся за сѣтчаткой, и на послѣдней получится расплывчатое изображеніе (рис. 48). Отчетливое видѣніе далекихъ предметовъ для дальнозоркаго глаза, въ состояніи покоя, очевидно, невозможно. Тѣмъ болѣе невозможно для него отчетливое видѣніе близкихъ предметовъ, такъ какъ по мѣрѣ приближенія предмета лучи, посылаемые

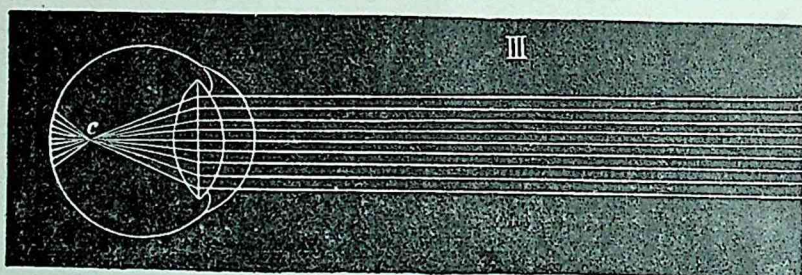


Рис. 49. То же въ глазѣ близорукаго. Фокусъ С придвинуть къ хрусталику.

имъ, становятся все болѣе расходящимися, и изображеніе отодвигается все дальше за сѣтчатку. Такимъ образомъ, и отъ близкихъ, и отъ далекихъ предметовъ на сѣтчаткѣ дальнозоркаго глаза, въ состояніи покоя, должны получаться неясныя изображенія, и въ такомъ положеніи онъ не въ состояніи отчетливо ихъ видѣть.

Но на помощь дальнозоркому приходитъ описанный выше механизмъ аккомодации. Напряженіе рѣсничной мышцы, увеличивая выпуклость хрусталика, усиливаетъ преломляющую способность глаза, и лучи, которые при покоѣ глаза собрались бы за сѣтчаткой, теперь могутъ собираться на сѣтчаткѣ и дать на ней ясное изображеніе. Такъ какъ въ дальнозоркомъ глазу, въ состояніи покоя, изображенія предметовъ, какъ далекихъ, такъ и близкихъ, всегда должны получаться за сѣтчаткой, то очевидно, что дальнозоркій для яснаго видѣнія любого предмета долженъ всегда употреблять извѣстное напряженіе, котораго требуетъ аккомодация. Освободить дальнозоркаго отъ этого постоянного напряженія можно, приставляя къ его глазамъ двояковыпуклыя стекла. Двояковыпуклое стекло увеличиваетъ преломляющую силу дальнозоркаго глаза и выполняетъ, такимъ образомъ, то, что раньше достигалось путемъ аккомодации. Въ двояковыпукломъ стеклѣ дальнозоркій глазъ имѣетъ какъ бы добавочный, искусственный хрусталикъ, который даетъ ему возможность отчетливо видѣть предметъ, не

прибѣгая къ увеличенію выпуклости своего естественнаго хрусталика, т. е. не прибѣгая къ аккомодациі ¹⁾.

IV.

Роль палочекъ и колбочекъ.—Слѣпое пятно; желтое пятно.—Движенія глазъ и головы.—Значеніе мышечнаго напряженія въ дѣлѣ опредѣленія разстоянія, на которомъ удалены отъ насъ предметы.

На основаніи всего изложеннаго мы можемъ теперь яснѣе представить себѣ картину возникновенія зрительнаго ощущенія.

Въ то время, когда мы отчетливо видимъ какой-либо предметъ, лучи, идущіе отъ него, собираются на сѣтчаткѣ, и на ней получается ясное изображеніе его. Падающіе на сѣтчатку лучи проходятъ чрезъ прозрачные слои ея вплоть до чувствительныхъ къ свѣту палочекъ и колбочекъ. Палочки и колбочки играютъ въ глазу ту же роль, какую свѣточувствительная пластинка въ фотографической камерѣ. Подобно тому, какъ на свѣточувствительной пластинкѣ запечатлѣвается образъ снимаемаго предмета благодаря тому, что пластинка эта покрыта особымъ чувствительнымъ къ свѣту веществомъ, въ которомъ различной яркости лучи, падающіе отъ предмета (лица, волосъ, платья), вызываютъ различную степень потемнѣнія, такъ и въ палочкахъ и колбочкахъ подъ вліяніемъ падающихъ на нихъ лучей происходятъ различныя химическія измѣненія. Эти химическіе процессы и возбуждаютъ развѣтвляющіяся въ сѣтчаткѣ окончанія зрительнаго нерва, а по нервнымъ волокнамъ возбужденіе передается въ головной мозгъ, гдѣ оно, неизвѣстнымъ для насъ образомъ, превращается въ зрительное ощущеніе.

Различныя участки сѣтчатки неодинаково чувствительны къ свѣту: существуетъ прежде всего въ сѣтчаткѣ небольшой участокъ, совершенно нечувствительный къ свѣтовымъ лучамъ. Это—мѣсто входа въ глазъ зрительнаго нерва. Въ этомъ мѣстѣ, какъ было уже

¹⁾ Довольно часто встрѣчается въ жизни еще одинъ порокъ глазъ, который, подобно близорукости и дальнозоркости, также бываетъ врожденнымъ. Это—такъ называемый астигматизмъ. Ненормальность эта (въ слабой степени она выражена у большинства людей) заключается въ томъ, что роговица не во всѣхъ своихъ частяхъ одинаково выпукла, и, слѣдовательно, не всѣ части ея съ одинаковой силой преломляютъ лучи. При рѣзко выраженномъ астигматизмѣ свѣтовые лучи, проходя чрезъ различныя части роговицы, соберутся въ разныхъ пунктахъ, и если одни лучи соберутся на сѣтчаткѣ, то другіе соберутся впереди или позади ея: въ результатъ изображеніе предмета на сѣтчаткѣ получится неясное, и видѣніе предмета будетъ неотчетливымъ. Для исправленія этого недостатка прибѣгаютъ къ особымъ цилиндрическимъ стекламъ.

упомянуто при описаніи устройства глаза, сѣтчатка состоитъ лишь изъ нервныхъ волоконъ: ни палочекъ, ни колбочекъ здѣсь нѣтъ. Нервные же волокна зрительнаго нерва сами по себѣ такъ же мало чувствительны къ свѣту, какъ волокна любого другого центростремительнаго нерва. Слѣдовательно, если изображеніе предмета какимъ-либо образомъ упадетъ на мѣсто входа зрительнаго нерва, возбужденія нерва не произойдетъ, и зрительнаго ощущенія

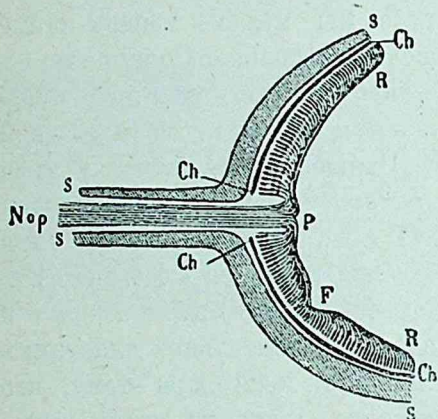


Рис. 50.

Nop — зрительный нервъ; S — склера;
Ch — сосудистая оболочка; R — сѣтчатка;
P — слѣпое пятно; F — желтое пятно.

затѣмъ листъ то приближаютъ, то удаляютъ. На извѣстномъ разстояніи всякій можетъ отмѣтить исчезновеніе кружка: онъ перестаетъ быть видимымъ, такъ какъ въ этомъ положеніи изображеніе его упало на слѣпое пятно.

Въ противоположность слѣпому пятну имѣется въ сѣтчаткѣ мѣсто, отличающееся особенно тонкой свѣточувствительностью. Это — такъ называемое желтое пятно (рис. 50, F), которое, какъ было сказано, отличается густотой расположенія колбочекъ; оно лежитъ на супротивъ зрачка (нѣсколько кнаружи отъ слѣпого пятна). Это мѣсто сѣтчатки (величиной съ булавочную головку) отличается наибольшей остротой зрѣнія: имъ мы видимъ самыя мелкія подробности предметовъ. Вотъ почему при разсматриваніи предмета или отдѣльных частей его мы непрерывно переводимъ свой взоръ, поворачиваемъ и двигаемъ глазами въ разныхъ направленіяхъ такъ, чтобы изображенія различныхъ частей предмета рисовались на желтомъ пятнѣ. Вслѣдствіе крайней ограниченности участка сѣтчатки, отличающагося тонкостью зрѣнія, мы не въ состояніи одновременно совершенно отчетливо видѣть на большомъ протяженіи. Чтобы убѣдиться въ этомъ, стоитъ выбрать какое-либо слово въ книгѣ, на-

не наступитъ, т. е. мы предмета не увидимъ. Вотъ почему мѣсто входа зрительнаго нерва получило названіе слѣпого пятна (см. рис. 50, P). Присутствіе на сѣтчаткѣ нечувствительнаго къ свѣту слѣпого пятна можно доказать слѣдующимъ опытомъ: передъ глазами держать листъ бумаги, на которомъ рядомъ нарисованы, на разстояніи вершка другъ отъ друга, кружокъ (слѣва) и крестикъ (справа); правый глазъ закрываютъ, а лѣвымъ неподвижно смотрятъ на крестикъ,

печатанное среднимъ шрифтомъ и состоящее изъ 10—12 буквъ; закрывъ одинъ глазъ рукой, другой направляютъ на середину слова, причемъ стараются не двигать глазомъ. Оказывается, что въ такомъ положеніи нормальный глазъ отчетливо видитъ только не болѣе 5—6 буквъ: только ихъ изображенія получаютъ на желтомъ пятнѣ, остальные буквы дадутъ изображенія на другихъ мѣстахъ сѣтчатки, не отличающихся тонкостью зрѣнія, и будутъ неясно видимы.

Итакъ, для отчетливаго видѣнія какого-либо пункта мы перемещаемъ глаза (вверхъ, внизъ, вправо, влево), устанавливая ихъ такимъ образомъ, чтобы изображеніе этого пункта рисовалось въ обоихъ глазахъ на желтомъ пятнѣ. При этомъ условіи, смотря на предметъ обоими глазами, мы видимъ его единичнымъ и различаемъ всѣ его подробности. Эта установка глазъ достигается сокращеніемъ глазныхъ мышцъ. Каждымъ глазомъ двигаютъ 6 мышцъ: 4 прямыхъ и 2 косыхъ. Сокращенія мышцъ обоихъ глазъ не только согласованы другъ съ другомъ, но съ ними согласована и работа мышцъ, поворачивающихъ голову. Когда мы опускаемъ глаза книзу (при писаніи, напримѣръ), мы опускаемъ и голову, и т. п. Всѣ эти разнообразныя мышечныя движенія, наряду съ сокращеніемъ рѣсничной мышцы, служащей для аккомодациі, обогащаютъ насъ новыми свѣдѣніями объ окружающихъ предметахъ, такими свѣдѣніями, которыхъ глазъ, какъ зрительный приборъ, самъ по себѣ не могъ бы намъ дать. Вѣдь, рассматривая какой-либо предметъ, мы не только видимъ его, но и получаемъ представленіе о расположеніи его частей другъ относительно друга (верхъ, низъ, правая сторона, лѣвая), степени удаленія его отъ насъ и др. Не входя въ подробности относящихся сюда крайне сложныхъ вопросовъ, укажу лишь, что эти свѣдѣнія доставляются намъ указанными выше мышечными движеніями. Многочисленные, чрезвычайно часто повторяющіеся въ жизни наблюденія научаютъ насъ связывать движенія нашихъ глазъ и головы съ направлениемъ, въ которомъ расположены предметы. Такъ какъ, рассматривая расположенныя вверху части предмета, человекъ долженъ поднять глаза (а вмѣстѣ съ ними поднимается и голова) кверху, для того чтобы изображеніе получилось на желтомъ пятнѣ, то онъ на основаніи этого перемѣщенія и заключаетъ, что эти части расположены надъ нимъ, т. е. вверху. То же самое происходитъ и при рассматриваніи нижней, правой, лѣвой частей предмета.

Въ виду сказаннаго насъ не долженъ совершенно смущать вопросъ, долгое время возбуждавшій оживленные толки: почему мы не видимъ предметовъ вверху ногами, хотя на сѣтчаткѣ они рисуются въ обратномъ видѣ? Вы могли убѣдиться, что для нашего

сужденія о взаимномъ расположеніи частей предмета не имѣтъ никакого значенія, какъ изображенія этихъ частей рисуются на сѣтчаткѣ.

Сокращенія глазныхъ мышцъ даютъ намъ также матеріалъ для сужденія о степени удаленія видимыхъ нами предметовъ. Смотря на какой-либо предметъ, мы опредѣляемъ разстояніе, отдѣляющее его отъ насъ, какъ мы выражаемся, на „глазомѣръ“. Но мѣрой на самомъ дѣлѣ является въ данномъ случаѣ не глазъ, не зрительныя ощущенія, а степень напряженія извѣстныхъ мышцъ, которое доходитъ до нашего сознанія благодаря мышечному чувству. Чѣмъ ближе отъ насъ разсматриваемый предметъ, тѣмъ, съ одной стороны, сильнѣе приходится аккомодировать глаза, т. е. сильнѣе сокращать рѣсничныя мышцы, и, съ другой стороны, тѣмъ сильнѣе приходится поворачивать глаза кнутри (къ носу), сводить ихъ, для того чтобы изображеніе предмета могло рисоваться на желтомъ пятнѣ. Вотъ эти-то ощущаемыя нами мышечныя напряженія мы научаемся связывать съ представленіемъ о разстояніи: съ приближеніемъ предмета растетъ мышечное усиліе.

V.

Способность глаза къ цвѣтоощущенію.—Происхожденіе разнообразныхъ цвѣтовыхъ оттѣнковъ въ природѣ.—Ученіе Юнга - Гельмгольца.—Цвѣтная слѣпота и ея объясненіе.—Видѣніе въ сумеркахъ.—Свѣтовые слѣды, положительные и отрицательные.

Мы не коснулись еще до сихъ поръ въ нашемъ изложеніи способности глаза къ цвѣтоощущенію. Глазъ нашъ различаетъ всевозможные цвѣта, и эта способность его играетъ огромную роль въ нашей душевной жизни. Именно въ отношеніи богатства доставляемыхъ ощущеній органъ зрѣнія далеко превосходитъ всѣ изученные нами органы чувствъ. Въ сравненіи съ радугою цвѣтовъ, различаемыхъ глазомъ въ природѣ, какими скудными и бѣдными представляются наши вкусовыя, обонятельныя и даже осязательныя ощущенія! Удивительная способность глаза различать едва замѣтные переходы цвѣтовъ, улавливать самые тонкіе нюансы долгое время представляла собой загадку, надъ разрѣшеніемъ которой тщетно трудились многіе великіе умы (въ томъ числѣ и великій германскій поэтъ Гете). И замѣчательно то, что первымъ, кто проложилъ путь къ разрѣшенію этого вопроса, былъ ученый (Юнгъ), который нашелъ ключъ къ чтенію таинственныхъ египетскихъ іероглифовъ. Объясненіе цвѣтоощущенія, данное Юнгомъ, было впоследствии развито въ стройное ученіе знаменитѣйшимъ фізіологомъ прошлаго вѣка—Гельмгольцемъ, ученіе, которое удовлетворительно объясняетъ

не только нормальныя явленія, но и нѣкоторыя, наблюдающіяся въ цвѣтоощущеніи, болѣзненные уклоненія.

Прежде чѣмъ изложить рѣшеніе вопроса о цвѣтоощущеніи, предложенное Юнгомъ-Гельмгольцемъ, я напому нѣкоторыя свѣдѣнія изъ физики. Извѣстно, что лучъ солнца, какъ и лучъ какого-либо искусственнаго источника свѣта (свѣчи, лампы и т. д.), представляющійся намъ простымъ ярко-бѣлымъ лучомъ, на самомъ дѣлѣ является сложнымъ, составленнымъ изъ нѣсколькихъ цвѣтныхъ лучей. Сложность солнечнаго свѣта легко обнаружить, если на пути солнечныхъ лучей поставить стеклянную призму (въ родѣ тѣхъ, которыя развѣшиваются на люстрахъ), тогда на стѣнѣ появится свѣтлая полоса, отливающая всѣми цвѣтами радуги. Бѣлы й солнечный лучъ, ударяясь о призму, какъ бы разбивается, расщепляется и, пройдя чрезъ стекло, разлагается на составляющіе его семь цвѣтныхъ лучей спектра: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синій и фіолетовый.

Изъ этихъ семи основныхъ цвѣтовъ, изъ ихъ разнообразныхъ сочетаній, беретъ начало все разнообразіе цвѣтовъ и красокъ, наблюдаемыхъ въ природѣ. Смѣшивая различныя краски, соотвѣтствующія цвѣтамъ спектра, или окрашенныя порошкообразныя вещества, мы можемъ получить любые оттѣнки цвѣтовъ. Но почему одни предметы намъ представляются окрашенными въ одни цвѣта, а другіе—иначе? Все здѣсь зависитъ отъ того, какіе лучи отбрасываются (или отражаются) отъ предмета и попадаютъ въ нашъ глазъ. Если данный предметъ свободно пропускаетъ сквозь себя всѣ свѣтовые лучи, тогда онъ намъ кажется безцвѣтнымъ, прозрачнымъ; если онъ всѣ лучи поглощаетъ, тогда онъ представляется намъ чернымъ (лишеннымъ свѣта); если, наоборотъ, онъ всѣ лучи отбрасываетъ отъ себя, ничего не поглощая, тогда нашему глазу онъ кажется бѣлымъ; если, наконецъ, данный предметъ изъ падающихъ на его поверхность сложныхъ свѣтовыхъ лучей одну часть цвѣтныхъ лучей поглощаетъ, а другіе—отражаетъ, тогда онъ намъ представляется окрашеннымъ въ тотъ или иной цвѣтъ, смотря по тому, какіе цвѣтные лучи, отразившись отъ него, попали въ нашъ глазъ. Такимъ образомъ, красный цвѣтъ извѣстнаго предмета объясняется тѣмъ, что этотъ предметъ обладаетъ способностью поглощать всѣ падающіе на него цвѣтные лучи, за исключеніемъ красныхъ, которые, отражаясь, попадаютъ въ глазъ и вызываютъ ощущеніе краснаго. Если какой-либо предметъ обладаетъ способностью поглощать всѣ цвѣтные лучи, за исключеніемъ красныхъ и желтыхъ, тогда онъ принимаетъ извѣстный цвѣтовой оттѣнокъ (розовый).

Итакъ, восхищающая нашъ взоръ пестрая игра красокъ и цвѣтовъ въ природѣ зависить отъ способности предметовъ различнымъ образомъ поглощать въ себѣ и отражать отъ себя составныя части падающаго на нихъ солнечнаго (или искусственнаго) свѣта.

Послѣ этой небольшой экскурси въ область физики мы можемъ перейти къ ученію Гельмгольца о цвѣтоощущеніи.

Нашъ глазъ улавливаетъ безконечное количество цвѣтовыхъ оттѣнковъ. Допустить, что для каждаго цвѣтового оттѣнка существуетъ на сѣтчаткѣ особый воспринимающій приборъ, значило бы допустить существованіе безконечнаго количества такихъ приборовъ, что представляется совершенно невѣроятнымъ. Но, опираясь на изложенные факты, можно упростить задачу. Принимая во вниманіе, что всѣ цвѣта въ природѣ получаются путемъ сочетанія семи цвѣтовъ спектра, можно было бы допустить существованіе на сѣтчаткѣ лишь 7 цвѣточувствительныхъ приборовъ, изъ которыхъ каждый улавливаетъ лишь одни опредѣленные цвѣтные лучи; сочетанной дѣятельностью этихъ приборовъ можно было бы объяснить возникновеніе разнообразныхъ цвѣтовыхъ ощущеній.

Упрощеніе можетъ идти еще дальше. Наблюденія показываютъ, что всевозможные цвѣта, наблюдаемые въ природѣ, можно получить не только изъ сочетанія семи цвѣтовъ, но и изъ болѣе ограниченнаго ихъ количества. Ученіе Гельмгольца принимаетъ за основные цвѣта только три: красный, зеленый и фіолетовый. Дѣйствительно, изъ этихъ цвѣтовъ, взятыхъ въ различныхъ пропорціяхъ, можно получить всѣ цвѣта, существующіе въ природѣ. Соотвѣтственно названнымъ тремъ основнымъ цвѣтамъ Гельмголецъ допускаетъ существованіе на сѣтчаткѣ троякаго рода воспринимающихъ приборовъ: одни способны возбуждаться главнымъ образомъ красными лучами и малочувствительны къ зеленымъ и фіолетовымъ, другіе сильнѣе всего возбуждаются зелеными лучами, третьи, наконецъ, особенно чувствительны къ фіолетовымъ лучамъ. При одновременномъ раздраженіи двухъ или всѣхъ трехъ приборовъ ощущенія сливаются, и получается впечатлѣніе опредѣленнаго смѣшаннаго цвѣта. Такъ, напримѣръ, ощущеніе желтаго цвѣта можно объяснить одновременнымъ раздраженіемъ приборовъ, чувствительныхъ къ краснымъ и зеленымъ лучамъ.

Ученіе Гельмгольца объясняетъ намъ явленія, наблюдающіяся при такъ называемой цвѣтной слѣпотѣ. Это странное заблужденіе заключается въ томъ, что лицо, страдающее имъ, или совершенно неспособно воспринимать цвѣта („полная цвѣтная слѣ-

пота“), или же не воспринимаетъ одного какого-либо цвѣта („частичная цвѣтная слѣпота“). Въ первомъ случаѣ сѣтчатка больного совершенно лишена цвѣточувствительныхъ приборовъ; зрительныя ощущенія слагаются изъ игры свѣта и тѣни, и всѣ предметы рисуются больному въ такомъ видѣ, какъ они бываютъ на фотографіи.

Въ случаяхъ частичной слѣпоты чаще всего наблюдается выпаденіе краснаго цвѣта: этого цвѣта для такихъ больныхъ не существуетъ, и всѣ лучи спектра представляются имъ оттѣнками зеленого и фіолетоваго цвѣта. Они не могутъ поэтому отличить краснаго и зеленого фонаря, служащихъ сигналами на желѣзныхъ дорогахъ ¹⁾.

Густо насыщенный красный цвѣтъ совершенно не раздражаетъ сѣтчатки, и онъ кажется больному чернымъ, такъ что одинъ священникъ, страдавшій этимъ недостаткомъ, купилъ себѣ однажды яркочернаго сукна на рясу.

Цвѣтная слѣпота носитъ также названіе дальтонизма, по имени извѣстнаго англійскаго физика Дальтона, страдавшаго этой болѣзнію. Слѣдуетъ замѣтить, что и человѣкъ съ нормальнымъ зрѣніемъ становится при извѣстныхъ условіяхъ дальтонистомъ, т. е. оказывается неспособнымъ различать цвѣта. Это бываетъ при очень слабомъ освѣщеніи, въ глубокихъ сумеркахъ. Въ окружающей полутмѣ всѣ предметы кажутся подернутыми сѣрой пеленой („ночью всѣ кошки сѣры“), и глазъ не различаетъ тѣхъ цвѣтовыхъ оттѣнковъ, которые онъ видитъ при дневномъ свѣтѣ. Очевидно, что на свѣту и въ полутмѣ измѣненія, происходящія въ сѣтчаткѣ, неодинаковы. Многое заставляетъ предполагать, что на свѣту мы видимъ при помощи колбочекъ, способныхъ воспринимать цвѣтные лучи, а въ полутмѣ возбуждаются палочки, въ которыхъ удалось открыть вещество, очень чувствительное къ дѣйствию свѣта (такъ называемый зрительный пурпуръ).

Въ заключеніе этой главы укажу на интересную особенность зрительныхъ ощущеній, извѣстную подъ названіемъ свѣтовыхъ слѣдовъ. Различаютъ положительные и отрицательные свѣтовые слѣды.

Положительный слѣдъ заключается въ томъ, что свѣтовое ощущеніе продолжается нѣкоторое время (около $\frac{1}{3}$ секунды) послѣ того, какъ предметъ, вызвавшій его, пересталъ дѣйствовать на глазъ. Это «переживаніе ощущенія» объясняетъ намъ многія общезвѣстныя явленія. Раскаленный уголь, быстро вращаемый передъ глазами, производитъ впечатлѣніе огненнаго круга благо-

¹⁾ Отсюда вытекаетъ важность изслѣдованія способности къ цвѣтоощущенію у лицъ, поступающихъ на желѣзнодорожную службу.

даря тому, что впечатлѣніе горячей точки, не успѣвая изгладиться, сливается со слѣдующимъ, и такимъ образомъ получается одно непрерывное зрительное ощущеніе. Точно такъ же объясняется и дѣйствіе фейерверка. Взрывающаяся ракета производитъ впечатлѣніе, какъ будто за ней огненный хвостъ: свѣтовое ощущеніе, вызванное ею въ начальной части, не успѣваетъ изгладиться и продолжаетъ существовать при дальнѣйшемъ ея движеніи. Если взять кружокъ, раздѣлить его линіями, идущими отъ центра, на семь частей и окрасить ихъ въ цвѣта спектра, то при быстромъ вращеніи ощущенія, вызываемыя всѣми цвѣтными лучами, сольются и дадутъ въ результатъ впечатлѣніе бѣлаго цвѣта. На этомъ переживаніи и сліяніи быстро слѣдующихъ другъ за другомъ зрительныхъ ощущеній основано дѣйствіе кинематографа.

Если свѣтовое раздраженіе дѣйствовало на глазъ болѣе продолжительное время (въ теченіе $\frac{1}{2}$ —1 минуты), тогда наступаетъ утомленіе или истощеніе тѣхъ участковъ сѣтчатки, которые подверглись дѣйствію свѣта, и положительный слѣдъ стирается, уступая мѣсто отрицательному. Сущность отрицательныхъ слѣдовъ станетъ понятной изъ слѣдующихъ простыхъ опытовъ: если смотрѣть нѣкоторое время на яркое солнце и потомъ перевести взоръ на свѣтлую поверхность неба, мы увидимъ темное пятно, появленіе котораго объясняется временной усталостью и невозбудимостью къ свѣту того участка сѣтчатки, на который падалъ яркій свѣтъ солнца.

Если въ теченіе $\frac{1}{2}$ —1 минуты пристально разсматривать какой-нибудь цвѣтной предметъ, напримѣръ красный кружокъ, и потомъ перевести свой взглядъ на бѣлую поверхность (листъ бѣлой бумаги), то увидимъ изображеніе предмета, окрашенное въ такъ называемый дополнительный цвѣтъ, т. е. такой цвѣтъ, который вмѣстѣ съ цвѣтомъ разсматриваемаго предмета даетъ бѣлый цвѣтъ: въ нашемъ случаѣ мы увидимъ зеленый кружокъ. Если предметъ былъ голубой, то его отрицательное изображеніе будетъ желтоватаго цвѣта. Причина этихъ цвѣтовыхъ перемѣнъ, согласно ученію Юнга-Гельмгольца, лежитъ въ томъ, что продолжительное разсматриваніе цвѣтного предмета вызываетъ истощеніе приборовъ, которые воспринимаютъ данные цвѣтные лучи. Такимъ образомъ, при разсматриваніи красного кружка истощаются на опредѣленномъ участкѣ тѣ части сѣтчатки, которыя возбуждаются красными лучами, и когда взглядъ переносится на бѣлую поверхность, даннымъ участкомъ сѣтчатки улавливаются всѣ составныя части бѣлаго свѣта, за вычетомъ красныхъ лучей. Въ результатъ получается ощущеніе зеленого цвѣта.

5. Слухъ.

1.

Устройство уха.—Наружное, среднее и внутреннее ухо.—Значеніе Евстахіевой трубы.—Слуховыя косточки.—Улитка.—Роль Кортіева органа.

Аппаратомъ, воспринимающимъ звуки, служитъ ухо. Какъ глазъ приспособленъ къ улавливанію малѣйшихъ колебаній свѣта, такъ ухо приспособлено къ улавливанію разнообразныхъ звуковыхъ колебаній. И подобно тому, какъ лучи свѣта, пройдя чрезъ прозрачныя части глаза, достигаютъ особыхъ чувствительныхъ къ свѣту клѣтокъ, такъ и звуковыя колебанія, я бы сказалъ лучше—

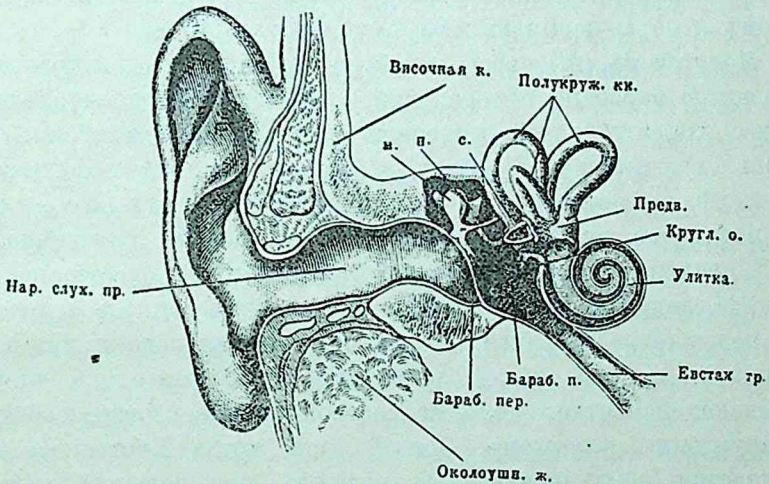


Рис. 51. Ухо человѣка.

м.—молоточекъ; н.—наковальня; с.—стремя (слуховыя косточки). Предв.—преддверіе. Кругл. о.—круглое окно. Бараб. п.—барабанная полость. Бараб. пер.—барабанная перепонка.

звуки, пройдя въ ухо и вызвавъ послѣдовательно колебанія различныхъ частей его (барабанной перепонки, слуховыхъ косточекъ и жидкости лабиринта), достигаютъ особыхъ чувствительныхъ слуховыхъ клѣточекъ, передающихъ получаемыя ими раздраженія окончаніямъ слухового нерва. По волокнамъ слухового нерва возбужденіе передается въ кору полушарій, гдѣ оно превращается въ слуховое ощущеніе.

Ухо дѣлится на три части: наружное, среднее и внутреннее ухо (см. рис. 51).

Наружное ухо составляютъ ушная раковина и наружный слуховой проходъ. Ушная раковина для человѣка не имѣетъ особаго значенія, и въ случаяхъ ея отсутствія слухъ не

страдалъ замѣтно. Наоборотъ, у животныхъ, способныхъ при помощи сокращенія мышцъ ушной раковины (у человѣка онѣ атрофированы) настораживаться и поводить ушами, ушная раковина играетъ важную роль, такъ какъ она даетъ возможность усиливать звукъ и опредѣлять мѣсто, откуда онъ исходитъ.

Наружный слуховой проходъ въ передней своей части, какъ и раковина, имѣетъ хрящевыя стѣнки, а въ задней—костныя, принадлежащія височной кости. Дно его затянуто барабанной перепонкой, за которой начинается среднее ухо.

Среднее ухо представляетъ собою полость, вырытую въ толщѣ височной кости. Въ ней помѣщаются три маленькихъ косточки: молоточекъ, наковальня и стремячко, связанные другъ съ другомъ и образующія вмѣстѣ какъ бы одно цѣлое.

Молоточекъ (М) своей рукояткой сросшенъ съ внутренней поверхностью барабанной перепонки, т. е. той, которая смотритъ въ среднее ухо, а головкой сочлененъ со впадиной наковальни. Наковальня (Н) однимъ изъ своихъ отростковъ соединена со стремемемъ (С); послѣднее вставлено въ такъ называемое овальное окошко, т. е. натянутое перепонкой отверстіе, ведущее во внутреннее ухо. Кромѣ овальнаго окошка имѣется въ барабанной полости еще другое отверстіе, ведущее во внутреннее ухо и также занятое перепонкой, такъ называемое круглое окно. Барабанная полость при помощи небольшой, длиной въ 4 сантиметра, Евстахіевой трубки, открывающейся отверстіемъ на боковой стѣнкѣ глотки, сообщается съ наружнымъ воздухомъ. Всякій разъ, когда Евстахіева трубка открывается (а это бываетъ очень часто, при каждомъ глотательномъ движеніи), воздухъ въ барабанной полости обновляется: Евстахіева трубка играетъ, такимъ образомъ, какъ бы роль вентиляціонной трубы; благодаря ей давленіе на барабанную перепонку изнутри (со стороны барабанной полости) поддерживается всегда на уровнѣ давленія наружнаго воздуха, и такимъ образомъ снаружи и внутри барабанная перепонка подвергается одинаковому давленію.

Внутреннее ухо, или лабиринтъ, состоитъ изъ: 1) преддверія лабиринта, 2) полукружныхъ каналовъ и 3) улитки. Всѣ эти части представляютъ собой перепончатыя полости, заключенныя въ костные футляры, одинаковые съ ними по формѣ. Какъ перепончатыя полости, такъ и промежутки между ними и костными стѣнками выполнены жидкостью.

Въ преддверіи лабиринта находятся два упомянутыхъ окошка, затянутыхъ перепонкой,—овальное и круглое, которыя ведутъ въ барабанную полость.

Полукружные каналы не имѣютъ отношенія къ органу слуха; они являются приборами, служащими для поддержанія равновѣсія тѣла ¹⁾. Конечнымъ аппаратомъ, воспринимающимъ звуковыя колебанія, является улитка.

Улитка представляетъ собой перепончатый, извитой, узкій ходъ, совершающій $2\frac{1}{2}$ идущихъ другъ надъ другомъ спиральныхъ оборота и заканчивающійся слѣпымъ мѣшкомъ. Перепончатая улитка свободно помѣщается въ костной, образующей такіе же завитки. Весь ходъ улитки горизонтальной перегородкой дѣлится на два этажа: верхній—преддверный (онъ сообщается съ преддверіемъ лабиринта) и нижній—барабанный (онъ начинается отъ круглаго окошка, отдѣляющаго его отъ барабанной полости). На этой перегородкѣ натянута такъ называемая основная перепонка, устройство которой, какъ обнаруживаетъ микроскопъ, въ высшей степени замѣчательно: она состоитъ изъ нѣсколькихъ тысячъ тончайшихъ волоконъ различной длины и формой своей напоминаетъ арфу съ огромнымъ количествомъ натянутыхъ струнъ.

На основной перепонкѣ расположенъ очень сложнаго устройства Кортіевъ органъ, омываемый вмѣстѣ съ основной перепонкой внутрилабиринтовой жидкостью. Кортіевъ органъ играетъ по отношенію къ слуху ту же роль, какую сѣтчатка—по отношенію къ зрѣнію. Подобно тому, какъ въ составъ сѣтчатки входятъ чувствительныя къ свѣту клѣтки, передающія раздраженіе окончаніямъ зрительнаго нерва, такъ въ составъ Кортіева органа входятъ чувствительныя къ звуковымъ колебаніямъ клѣтки (такъ называемыя „щетинистыя“ клѣтки), передающія возбужденіе соприкасающимся съ ними окончаніямъ слухового нерва.

II.

Происхожденіе звука.—Высота, сила и тембръ звука.—Передача воздушныхъ колебаній черезъ различныя части уха внутрилабиринтовой жидкости.—Роль основной перепонки.—Сравненіе органа слуха съ органомъ зрѣнія.

Мы познакомились въ общихъ чертахъ съ устройствомъ уха; намъ предстоитъ теперь выяснитъ, какимъ образомъ это устройство отвѣчаетъ своему назначенію, какимъ образомъ оно даетъ возможность воспринимать разнообразныя слуховыя ощущенія, которыя по своему богатству и тонкости превосходятъ даже зрительныя. Но предварительно считаю нужнымъ въ немногихъ словахъ коснуться

¹⁾ Полукружные каналы чрезъ посредство развѣтвляющихся въ нихъ окончаній вѣтки слухового нерва передаютъ сигналы мозжечку относительно положенія головы въ пространствѣ.

вопроса о томъ, при какихъ условіяхъ возникаютъ звуки, чѣмъ въ нашемъ представленіи одни звуки отличаются отъ другихъ, и что лежитъ въ основѣ этого различія.

Звукъ возникаетъ вслѣдствіе дрожанія частицъ звучащаго тѣла. Дрожаніе это обычно передается воздуху, вызывая въ немъ соотвѣтствующія колебанія (воздушныя волны), которыя воспринимаются ухомъ. Если дрожаніе частицъ звучащаго тѣла происходитъ съ извѣстной правильностью, т. е. черезъ одни и тѣ же промежутки времени возникаютъ одинаковыя движенія, тогда получается музыкальный тонъ, если же дрожаніе совершается неравномѣрно, тогда происходитъ шумъ.

Въ каждомъ музыкальномъ тонѣ мы различаемъ: высоту (высокія ноты и низкія), силу (громкіе звуки и тихіе) и тембръ, особый оттѣнокъ звука, характерный для даннаго звучащаго тѣла (скрипкѣ присущъ одинъ тембръ, піанино, флейтѣ — другіе). Высота звука зависитъ отъ количества колебаній (въ 1 секунду): чѣмъ быстрѣ слѣдуютъ другъ за другомъ колебанія частицъ звучащаго тѣла, тѣмъ тонъ выше, чѣмъ медленнѣе — тѣмъ тонъ ниже. Сила тона зависитъ отъ величины размаха колебаній: съ постепеннымъ затиханіемъ звучащей струны колебанія ея при той же частотѣ становятся все слабѣе. Тембръ тона зависитъ отъ того, что колебанія звучащаго тѣла носятъ обыкновенно сложный характеръ. На ряду съ главнымъ, выделяющимся по своей силѣ колебаніемъ, образующимъ основной тонъ, происходятъ обыкновенно второстепенныя, болѣе слабыя колебанія отдѣльных частей звучащаго тѣла, называемыя обертонами: они то и обуславливаютъ тембръ звука.

Для того, чтобы мы могли воспринять звукъ, необходимо, чтобы онъ отличался извѣстной силой и высотой. Не мало есть звуковъ въ природѣ, которыхъ наше ухо не улавливаетъ вслѣдствіе чрезмѣрной слабости ихъ (напримѣръ, звуки, которые издають нѣкоторые жуки-дровосѣки). Высота тона, для того, чтобы мы могли его слышать, должна соотвѣтствовать числу колебаній не менѣе 16 и не болѣе 40 тысячъ въ 1 секунду ¹⁾. На фортепіано самый низкій тонъ соотвѣтствуетъ 33, а самый высокій 4,224 колебаніямъ.

Послѣ этихъ замѣчаній мы можемъ уяснить себѣ, какимъ образомъ происходитъ воспріятіе звука. Дрожаніе частицъ звучащаго тѣла передается воздуху и вызываетъ въ немъ колебанія соотвѣтственной силы и частоты. Эти воздушныя волны, проходя по наружному уху, ударяются объ упругую барабанную перепонку и

¹⁾ Мы не слышимъ нѣкоторыхъ очень пронзительныхъ звуковъ, издаваемыхъ насѣкомыми, вслѣдствіе ихъ чрезмѣрной высоты.

приводятъ ее въ колебательное движеніе той же частоты и соотвѣтственной силы (последняя, конечно, въ значительно уменьшенномъ видѣ). Сотрясенія барабанной перепонки, слегка заглушаемая цѣпью слуховыхъ косточекъ, передаются по послѣднимъ упругой перепонкѣ, которою затянута овальное окно. Такимъ образомъ, каждая воздушная волна черезъ посредство барабанной перепонки и слуховыхъ косточекъ вызываетъ сотрясенія овальнаго окошка, которыя, въ свою очередь, приводятъ въ движеніе лабиринтовую жидкость въ улиткѣ, по направленію отъ овальнаго окошка къ круглому. Волненія лабиринтовой жидкости, частота и сила которыхъ зависятъ отъ частоты и силы колебаній барабанной перепонки, передаются волокнамъ, или струнамъ, основной перепонки. Устройство основной перепонки въ видѣ музыкальнаго инструмента съ огромнымъ количествомъ натянутыхъ струнъ различной длины позволяетъ допустить, что движеніе лабиринтовой жидкости вызываетъ всякій разъ дрожаніе только одной опредѣленной струны, иными словами, что на звуковую волну, дошедшую до лабиринтовой жидкости и вызвавшую въ ней опредѣленной частоты колебанія, откликается только одна струна основной перепонки.

Такое допущеніе физиологія считаетъ себя вправѣ сдѣлать на основаніи сравненія, на основаніи того, что имѣетъ мѣсто и можетъ быть воспроизведено на нашихъ музыкальныхъ инструментахъ. Откройте крышку рояля, пропойте надъ натянутыми струнами какую-либо ноту: Вы увидите, что задрожитъ только одна струна, именно та, которая даетъ звукъ той же высоты, что и взятая Вами нота. Струна, говоримъ мы, откликается на свой звукъ, т. е. на тотъ звукъ, на который она настроена. Такъ и струны основной перепонки въ улиткѣ нашего уха, благодаря различной длинѣ ихъ, настроены на разнообразной высоты звуки, и каждая изъ нихъ откликается только на свой звукъ. Дрожаніе струнъ передается щетинистымъ клѣткамъ Кортіева органа, а послѣднія передаютъ получаемыя ими сотрясенія окончаніямъ слухового нерва. По волокнамъ слухового нерва возбужденіе проводится въ кору полушарій, гдѣ оно перерабатывается каждый разъ въ особое ощущеніе звука извѣстной силы, высоты и тембра.

Отсюда вытекаетъ одно важное преимущество нашихъ слуховыхъ ощущеній передъ зрительными. Когда нѣсколько цвѣтныхъ лучей одновременно падаютъ на сѣтчатку, они сливаются въ своемъ дѣйствіи, и въ результатъ получается одно ощущеніе какого-либо цвѣта: если на сѣтчатку дѣйствуютъ, напримѣръ, одновременно всѣ

лучи спектра, у насъ получается однородное ощущеніе блага свѣта, въ которомъ глазъ нашъ не въ состояніи выдѣлить отдѣльныхъ, составляющихъ его, цвѣтныхъ лучей. Не то мы видимъ въ органѣ слуха. Въ аккордѣ звуковъ, раздающихся кругомъ, въ морѣ звуковъ, порождаемыхъ оркестромъ, наше ухо выдѣляетъ отдѣльные тоны, а развитый музыкальный слухъ можетъ слѣдить за отдѣльными звуковыми волнами и по тембру опредѣлять, какому инструменту онѣ принадлежатъ.

Этой тонкой расчленяющей способностью нашъ органъ слуха обязанъ тому, что каждая звуковая волна, вызывая дрожаніе одной струны въ основной перепонкѣ и вслѣдъ затѣмъ возбужденіе одного нервнаго волокна, порождаетъ въ мозгу отдѣльное ощущеніе.

Органы чувствъ въ разговорной рѣчи обычно подраздѣляютъ на низшіе и высшіе: къ первымъ относятъ вкусъ и обоняніе, ко вторымъ — зрѣніе и слухъ; осязаніе занимаетъ какъ бы промежуточное мѣсто.

Если разсматривать органы чувствъ, какъ защитительные приборы, то подобное подраздѣленіе едва ли справедливо. Вкусъ и обоняніе въ дѣлѣ сохраненія человѣческой жизни и продолженія рода играютъ (и въ особенности играли въ первобытныя времена) не меньшую роль, чѣмъ такъ называемыя высшія чувства. Но если оцѣнивать органы чувствъ, какъ орудія для усовершенствованія и обогащенія нашихъ знаній о природѣ, для развитія нашихъ духовныхъ качествъ, тогда, несомнѣнно, и наука должна признать такое подраздѣленіе законнымъ. Нельзя поставить въ одинъ уровень скудныхъ свѣдѣній, которыя даютъ намъ объ окружающихъ предметахъ вкусовые и обонятельныя ощущенія, съ богатствомъ и разнообразіемъ впечатлѣній, которыми мы обязаны зрѣнію и слуху.

Это превосходство однихъ чувствъ надъ другими подчеркнул и нашъ великій поэтъ, когда надѣлилъ пророка, которому открываются тайны природы, вѣщимъ зрѣніемъ и чудеснымъ слухомъ. Кромѣ того, именно зрительныя и слуховыя ощущенія послужили фундаментомъ, на которомъ выросло чувство, выдѣляющее человѣка среди другихъ живыхъ существъ, чувство наиболѣе человѣческое, чувство прекраснаго.

К О Н Е Ц Ъ.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

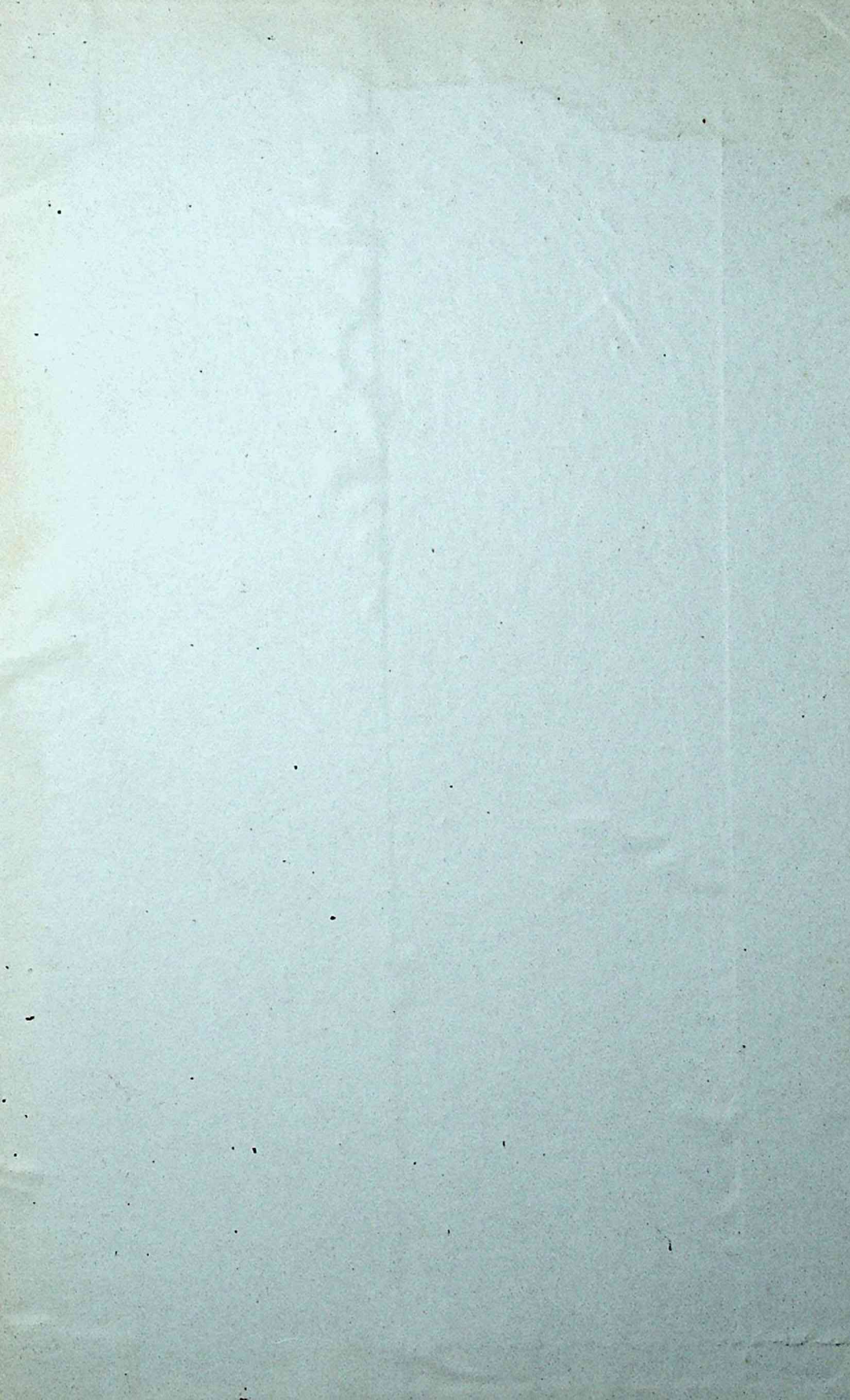
	СТР.
Введеніе. I. Предметъ фізіологіи. Дѣленіе природы на живую и мертвую. Дѣленіе живой природы на 2 царства: растительное и животное. Растенія и животныя образуютъ одну семью	3
II. Элементы и сложныя тѣла; органическія и неорганическія соединенія. Твердое, жидкое и газообразное состояніе тѣлъ	7
III. Понятіе о силахъ. Сила дѣйствующая и скрытая. Превращенія силъ. Примѣры превращенія силъ	10
IV. Измѣненія тѣлъ; физическія и химическія измѣненія; отлічіе между ними. Соединеніе и разложеніе. Горѣніе	12
V. Законъ вѣчности матеріи. Законъ сохраненія силъ	15
Фізіологія клѣткѣ. Клѣтка есть основа жизни. Строеніе клѣтки. Дѣленіе живыхъ существъ на многоклѣточные и одноклѣточные. Жизнь одноклѣточныхъ организмовъ. Человѣческое тѣло, какъ клѣточное государство. Раздѣленіе труда. Жизнь клѣтки связана съ процессомъ горѣнія	8 23
Фізіологія тканей	23
Фізіологія мышечной ткани. I. Строеніе мускула. Дѣленіе мышцъ на поперечно-полосатыя и гладкія. Сократимость мышечной клѣтки. Зависимость силы сокращенія отъ силы раздраженія	23
II. Сокращеніе и расслабленіе мышцы требуютъ извѣстнаго времени. Миографъ. Періодъ скрытаго возбужденія мышцы. Продолжительность мышечнаго сокращенія	27
III. Образованіе теплоты въ работающей мышцѣ. Химическій составъ мышцы. Горѣніе, какъ источникъ мышечной силы. Роль гликогена, какъ горючаго матеріала. Роль кровяного тока. Утомляемость мышцы. Причина утомленія мышцы. Тетанусъ.	31
IV. Сокращеніе мышцъ въ живомъ тѣлѣ. Роль нервовъ. Условія правильной дѣятельности мышцъ. Значеніе упражненія. Послѣдствія бездѣятельности. Трупное окоченѣніе	35
Фізіологія костной ткани	39
Фізіологія нервной ткани	40
I. Подраздѣленіе нервной системы на центральную и периферическую. Понятіе о нейронѣ. Строеніе нервной клѣтки. Строеніе нерваго волокна. Проводимость, какъ основное фізіологическое свойство нерваго волокна. Дѣленіе нервныхъ волоконъ на центростремительныя (чувствительныя) и центробѣжныя (двигательныя). Условія нормальной дѣятельности нервныхъ волоконъ. Законъ изолированной проводимости	40

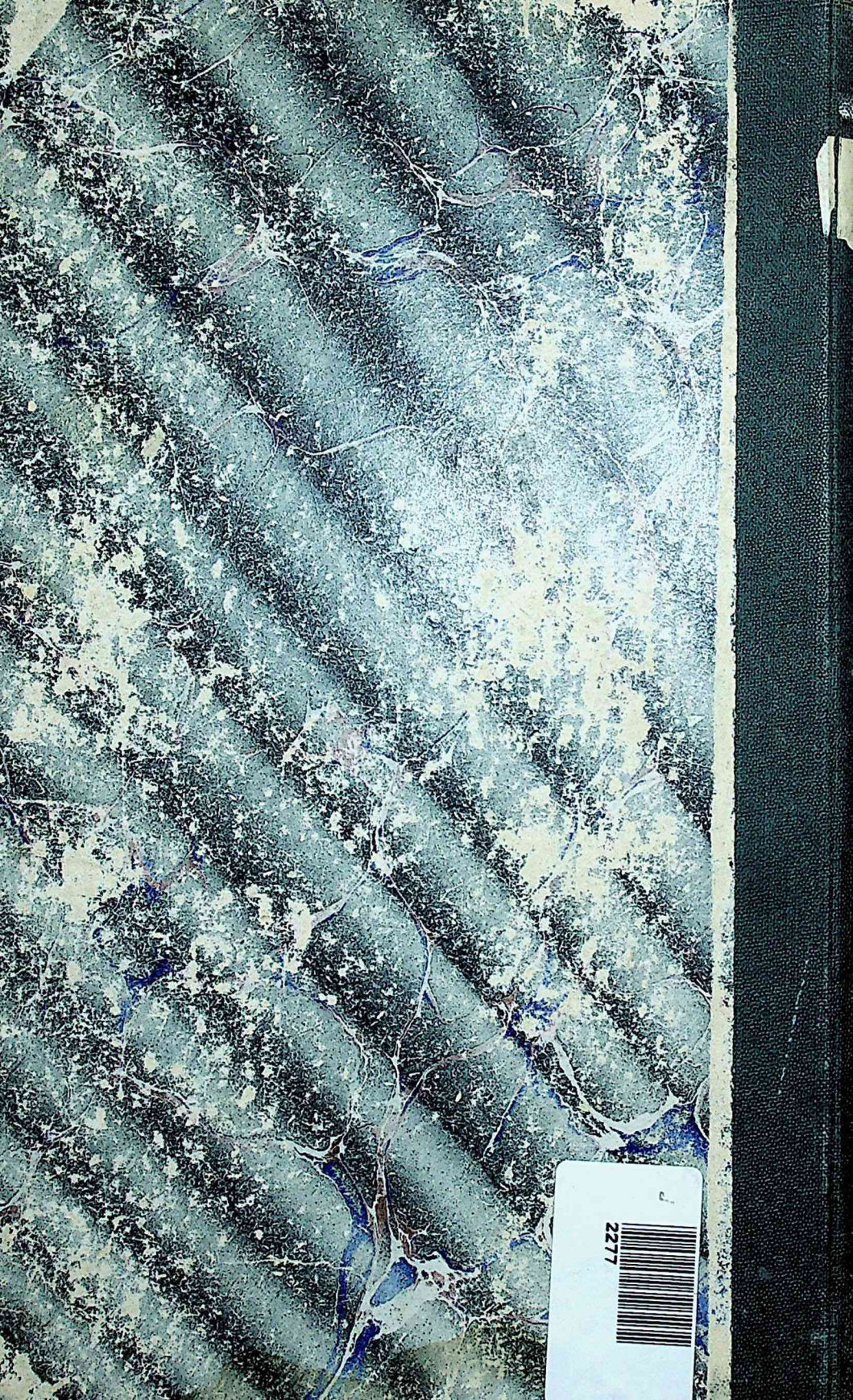
II. Неустойчивость нерва. Скорость проведения раздражения по нервным волокнамъ. Питательное (трофическое) значение нервной клетки. Перерождение и возрождение нервныхъ волоконъ.	45
Физиология спинного мозга. I. Анатомическія свѣдѣнія. Расположеніе сѣраго и бѣлаго вещества. Начало спинномозговыхъ нервовъ. Законъ Белля. Значеніе переднихъ роговъ. Роль спинного узла. Понятіе о рефлекторномъ движеніи. Рефлекторная дуга.	49
II. Важнѣйшіе рефлекторные центры въ спинномъ мозгу. Родовой актъ. Спинной мозгъ, какъ проводникъ. Значеніе переднихъ, заднихъ и боковыхъ столбовъ бѣлаго вещества	57
Физиология головного мозга. I. Связь умственной жизни съ дѣятельностью головного мозга. Анатомическія свѣдѣнія. Роль отдѣльных частей головного мозга. Продолговатый мозгъ. Значеніе его, какъ центра и проводника. Перекрестъ двигательныхъ и чувствительныхъ волоконъ. Ножки мозга	61
II. Роль мозжечка, Вароліева моста и четверохолмія. Роль большихъ полушарій. Наблюденія надъ животными, у которыхъ были удалены полушарія. Двигательные и чувствительные центры. Слуховая и зрительная область. Два великихъ нервныхъ пути: путь произвольныхъ движеній и путь сознательныхъ ощущеній. Высшіе центры, центръ рѣчи. Условія нормальной дѣятельности мозга. Сонъ и сновидѣнія	66
Симпатическая нервная система	79
Физиология соединительной, эпителиальной и жировой тканей	80
Физиология крови и кровообращенія	84
Кровь. Составъ крови. Строеніе и роль красныхъ и бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ. Свойства и роль гемоглобина. Составъ и значеніе плазмы. Роль крови въ борьбѣ съ заразными болѣзнями. Невосприимчивость. Свертываніе крови. Образованіе фибрина. Значеніе свертываемости крови для организма	84
Кровообращеніе. I. Законъ движенія жидкости. Причина движенія крови. Сердце, какъ резервуаръ для крови и какъ сила, движущая кровь. Почему при прерывистой работѣ сердца движеніе крови совершается непрерывно? Роль упругихъ (эластическихъ) сосудистыхъ стѣнокъ	93
II. Ходъ кровообращенія. Устройство человѣческаго сердца. Большой и малый кругъ кровообращенія. Значеніе каждого изъ нихъ. Работа праваго и лѣваго желудочковъ	96
III. Клапаны сердца и сосудовъ. Пороки сердца. Кровяное давленіе. Измѣреніе его. Скорость теченія крови. Артеріальное и венозное кровообращеніе. Условія венознаго кровообращенія	105
IV. Толчекъ сердца. Сердечные тоны. Выслушиваніе тоновъ. Пульсовая волна. Количество и качество пульса. Значеніе изслѣдованія пульса	112
V. Причина сердечныхъ сокращеній. Самодѣятельность сердца. Свойства его мышцы. Вліяніе блуждающаго нерва на дѣятельность сердца. Ускоряющіе нервы. Сосудодвигательная нервная система. Главный сосудодвигательный центръ. Значеніе сосудодвигательной нервной системы	114
Физиология лимфы	119

	стр.
Физиологія дихання. I. Цѣль дихання. Строеіне легкихъ. Измѣреніе размѣровъ грудной кѣтки при вдохѣ и выдохѣ. Роль діафрагмы . . .	121
II. Дыханіе у женщинъ и мужчинъ. Атмосферное давленіе. Теченіе воздуха при вдохѣ и выдохѣ. Отрицательное давленіе въ грудной кѣткѣ. Легочный газообмѣнъ. Тканевое или кѣточное дыханіе . . .	124
III. Роль нервной системы въ актѣ дихання. Дыхательный центръ. Значеніе блуждающаго нерва. Первый вдохъ новорожденнаго. Гдѣ происходитъ горѣніе?	128
Физиологія пищеваренія. I. Задача пищеваренія. Составъ нашей пищи.	132
II. Дѣйствіе пищеваарительныхъ соковъ. Роль железъ. Ферменты.	134
III. Измѣненія пищи въ полости рта. Составъ и дѣйствіе слюны. Механизмъ слюноотдѣленія. Отдѣлительные нервы	136
IV. Актъ глотанія. Движенія желудка. Рвота. Составъ и дѣйствіе желудочнаго сока. „Аппетитный сокъ“. Роль желудка въ пищевареніи.	139
V. Составъ и дѣйствіе поджелудочнаго сока	145
VI. Строеіне печени. Кровоснабженіе печени. Составъ и пищеваарительное дѣйствіе желчи. Происхожденіе желтухи	146
VII. Роль кишечнаго сока. Актъ дефекаціи. Броженіе и гненіе въ толстыхъ кишкахъ	150
Физиологія всасыванія. I. Всасываніе въ желудкѣ. Тонкія кишки, какъ мѣсто всасыванія пищи. Строеіне ворсинокъ	153
II. Осмосъ. Всасываніе воды, солей, бѣлковъ и углеводовъ. Всасываніе жира. Роль эпителія ворсинокъ	154
Судьба всосавшихся веществъ. Возстановленіе бѣлка. Печень, какъ кладовая для углеводовъ. Отложеніе жира. Образованіе жира въ организмѣ изъ углеводовъ и бѣлковъ	156
Физиологія выдѣлительныхъ органовъ	160
I. Строеіне почекъ. Суточное количество мочи и его колебанія.	161
II. Нормальныя и ненормальныя составныя части мочи	163
III. Механизмъ мочеотдѣленія. Роль почечнаго эпителія. Избирательная способность его. Опороженіе мочевого пузыря	166
Физиологія кожи. I. Значеніе кожи. Строеіне кожи	169
II. Защитительная роль кожи. Кожа, какъ выдѣлительный органъ. Механизмъ и значеніе потоотдѣленія. Дѣятельность сальныхъ железъ.	171
Молоко. Составъ молока. Молочные продукты. Отдѣленіе молока. Происхожденіе его составныхъ частей	173
Физиологія железъ съ внутреннимъ отдѣленіемъ	175
Обмѣнъ веществъ. I. Сущность обмѣна веществъ. Особенности его въ голодающемъ организмѣ	180
II. Оцѣнка составныхъ частей пищи. Нормальный рационъ. Растительная и животная пища	182
Животная теплота	185
Физиологія органовъ чувствъ. Значеніе ихъ. Общій планъ ихъ устройства	189
1. Осязаніе. Собственно осязаніе и давленіе, чувство тепла и холода, болевое чувство. Мышечное чувство	191
2. Вкусъ	193
3. Обоняніе.	195

	стр.
4. Зрѣніе. I. Глазъ, какъ воспринимающій аппаратъ. Устройство глаза. Прозрачныя части глаза	196
II. Глазъ, какъ зрительный приборъ, собирающій лучи. Свойства двояковыпуклыхъ стеколъ. Сѣтчатка. Ясное видѣніе. Аккомодация. Роль хрусталика и рѣсничной мышцы	199
III. Близорукость и дальнорукость. Очки. Астигматизмъ	204
IV. Роль палочекъ и колбочекъ. Слѣпое и желтое пятно. Движенія глазъ и головы. Участіе мышечнаго напряженія въ опредѣленіи разстояній.	207
V. Способность глаза къ цвѣтоощущенію. Происхожденіе разнообразныхъ цвѣтовыхъ оттѣнковъ въ природѣ. Ученіе Юнга-Гельмгольца. Цвѣтная слѣпота и ея объясненіе. Видѣніе въ сумеркахъ. Свѣтовые слѣды, положительные и отрицательные	210
5. Слухъ. I. Устройство уха. Наружное, среднее и внутреннее ухо. Значеніе Евстахіевой трубы. Слуховыя косточки. Улитка. Роль Кортіева органа	215
II. Происхожденіе звука. Высота, сила и тембръ звука. Передача воздушныхъ колебаній черезъ различныя части уха внутрилабиринтовой жидкости. Роль основной перепонки. Сравненіе органа слуха съ органомъ зрѣнія	217

И. ^{в. с. л.} Воскресенье ^{по луну} по луну
21^{го} ^{по луну} по луну ^{по луну} по луну
22^{го} ^{по луну} по луну ^{по луну} по луну
23^{го} ^{по луну} по луну ^{по луну} по луну
24^{го} ^{по луну} по луну ^{по луну} по луну





2277

